Aus der chirurgischen Abteilung des Städtischen
Auguste-Victoria-Krankenhauses Berlin-Schöneberg
Direktor: Professor Dr. med. R. Maatz

DIE GENETISCHE KLASSIFIZIERUNG DER MALLEOLARFRAKTUREN NACH N. LAUGE HANSEN

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehem.
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Harro Eidt
aus Breslau

1970

Aus der chirurgischen Abteilung des Städtischen
Auguste-Victoria-Krankenhauses Berlin-Schöneberg
Direktor: Professor Dr. med. R. Maatz

Die genetische Klassifizierung der Malleolarfrakturen nach N. Lauge Hansen

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehemaligen
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Harro Eidt
aus Breslau

ehemaliger Dekan: Professor Dr. med. Herbert Lax

Referent: Professor Dr. med. Richard Maatz

Korreferent: Professor Dr. med. Hans-Joachim Clemens

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der ehemaligen Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin.

Promoviert am 12. 8. 1970.

Die genetische Klassifizierung der Malleolarfrakturen nach N. Lauge Hansen

I n h a l t :

	Seite
A. Einleitung	1
B. Historischer Überblick über die Kenntnisse von den Malleolarfrakturen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Klassifizierung	3
C. Anatomie und Funktion des Sprunggelenkes, Nomenklatur	25
D. Die Untersuchungen von Lauge Hansen	34
E. Eigene Erfahrungen mit der genetischen Klassifizierung von Lauge Hansen bei der Auswertung von 310 Malleolarfrakturen des Städt. Auguste-Victoria-Krankenhauses Berlin-Schöneberg	48
F. Die Bedeutung der Klassifizierung von Lauge Hansen	76
G. Zusammenfassung	80
H. Literaturverzeichnis	82

A. Einleitung

Die Malleolarfrakturen gehören zu den wichtigsten Verletzungsarten und Unfallfolgen. Zusammen mit den dazugehörenden Bandverletzungen stellen sie die häufigste Gelenkverletzung beim Menschen dar (B.G. WEBER 1966). REIMERS (1957) nennt die Malleolarfrakturen die zweithäufigsten Frakturen; nach WITT (1960) gehören sie zusammen mit den supramalleolären Frakturen zu den am meisten beobachteten Frakturen überhaupt. EUFINGER (1949) fand in Kiel unter 4010 stationär behandelten Frakturen 10 % Malleolarfrakturen (404 Fälle).

Schon immer stellten die Malleolarfrakturen ein medizinisches und soziales Problem von größter Bedeutung dar. Von den leichteren Fällen abgesehen, ist eine Malleolarfraktur für den einzelnen Kranken ein eingreifendes Ereignis; sie erfordert eine längere Krankenhausbehandlung und verursacht in der Regel monatelange Arbeitsunfähigkeit. Das besondere ärztliche Interesse gilt den Malleolarfrakturen wegen der im Vergleich mit anderen Frakturen relativ großen Gefahr bleibender Schäden. Diese beruht auf den Besonderheiten der Malleolarfrakturen, die darin bestehen, daß meiste mehrere Knochen - Tibia einschließlich Malleolus int., Fibula, gelegentlich auch der Talus - an der Fraktur beteiligt sind und daß es sich hierbei um Gelenkbrüche handelt, die zudem in vielen Fällen mit Luxation einhergehen. Die einwirkende Gewalt trifft ein Gelenk mit kompliziertem anatomischem Aufbau und mit hoher funktioneller Beanspruchung, insbesondere durch das Körpergewicht. Da es sich um Gelenkbrüche handelt, besteht bei bleibenden

Formabweichungen, aber auch durch die traumatische Gelenkschädigung als solche die Gefahr einer posttraumatischen Arthrose mit entsprechenden Gehstörungen.

Eine weitere Besonderheit der Malleolarfrakturen ist die große Formvariation, sowohl bei den einzelnen Verletzungen als auch in deren Kombination. Diese verwirrende Vielfalt der Formen stellte neben der Schwierigkeit der Behandlung schon immer eines der Hauptprobleme bei den Malleolarfrakturen dar. Grundlage für das Verständnis der einzelnen Verletzungen in ihrem Zusammenhang und Vorbedingung für exakte Diagnosen und Auswertung der Ergebnisse, für Therapie und Prognose ist neben gründlichen Kenntnissen über Anatomie und Funktion des Sprunggelenkes sowie über den Frakturmechanismus eine genaue und andererseits möglichst einfache, praktisch verwertbare Klassifizierung der Malleolarfrakturen; "without classification the relation of one lesion to another can be neither remembered nor understood in any department of knowledge, and comprehension is e prerequisite for intelligent memory and for rational diagnosis and treatment" (ASHHURST u. BROMER 1922). Eine solche Klassifizierung war immer wieder Gegenstand von Untersuchungen und theoretischen Erörterungen; besonders seit mehreren Jahrzehnten besteht angesichts der sich ständig erweiternden und verbessernden operativen Möglichkeiten ein zunehmendes Interesse an einer exakten und praktisch anwendbaren Klassifizierung, die dem Chirurgen bei der Rekonstruktion des Frakturmechanismus, bei der Reposition, der Entscheidung über eventuelle operative Maßnahmen und beim operativen Vorgehen selbst hilft.

B. Historischer Uberblick über die Kenntnisse von den Malleolarfrakturen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Klassifizierung

Der dänische Autor Niels LAUGE HANSEN unterschied in seiner großen historischen Ubersicht (Dissertation Kopenhagen 1942) in gleicher Weise wie vor ihm J. TANTON (1916) sowie ASHHURST u. BROMER (1922) drei geschichtliche Perioden in Hinblick auf die Kenntnisse und die Erforschung der Probleme der Malleolarfrakturen:

1. Eine klinische Periode
2. Eine experimentelle Periode
3. Eine röntgenologische Periode.

Nach der Einteilung dieser Autoren reichte die "klinische Periode" vom Altertum bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts, als DUPUYTREN erstmals Leichenversuche zur Klärung der Genese der Malleolarfrakturen unternahm. Die mit DUPUYTREN beginnende "experimentelle Periode" wurde Ende des 19. Jahrhunderts mit der Einführung und Verbreitung der Röntgenuntersuchungen von der "röntgenologischen Periode" abgelöst. B.G. WEBER (1966), der sich auf diese Einteilung bezieht, teilt unter mehr therapeutischen Gesichtspunkten die sich anschließenden Abschnitte des 20. Jahrhunderts in eine "konservativ-genetische" und eine "operative Periode" ein.

1. Die klinische Periode

Im Altertum war es besonders HIPPOKRATES, der sich mit Frakturen und Luxationen beschäftigte und dessen Kenntnisse über das Wesen und die Behandlung der Malleolarfrakturen z.T. noch heute gültig sind. Er grenzte die

Malleolarfrakturen von den - leichter heilenden - Frakturen der Fußwurzelknochen ab und stellte als Sonderform die bei Sprung oder Fallen aus größerer Höhe entstehenden Formen mit ihrer schlechteren Prognose und der Gefahr einer Fußgangrän durch Druck der verschobenen Knochen auf Blutgefäße heraus. Zerreißungen der tibiofibularen Syndesmose und Abbrüche der Knöchel, ferner Verschiebungen des Fußes gegen den Unterschenkel, vorwiegend nach fibular, waren ihm bekannt. In solchen Fällen bestand seine Therapie aus Reposition unter Extension, die manuell oder mit besonderen Apparaten durchgeführt wurde, und danach aus Anlage eines festen Leinenverbandes unter stetem gleichzeitigem Druck gegen die hervortretenden Anteile der Knöchelgegend. Eine Heilung trat nach HIPPOKRATES in etwa 40 Tagen ein. Von Fällen schwerer Verrenkungen schildert er, daß es oft unmöglich sei, eine Reposition und damit ein gutes funktionelles Ergebnis zu erreichen; außerdem warnt er davor, offene Luxationsfrakturen zu reponieren, da die so behandelten Patienten gewöhnlich innerhalb von 7 Tagen am "Krampf" sterben, wohingegen sie ohne Reposition - wenn auch mit bleibender Lahmheit - eine gute Überlebenschance haben.

In den folgenden Jahrhunderten, auch im Mittelalter, entstanden, wie LAUGE HANSEN in seiner historischen Übersicht betont, keine wesentlich neuen, über HIPPOKRATES hinausgehenden Erkenntnisse, besonders weil die allgemeinen Kenntnisse über die Erkrankungen der Knochen und Gelenke noch zu wenig entwickelt waren. Es wurden immer wieder die Schwierigkeiten der Behandlung und die Schwere der zurückbleibenden Schäden hervorgehoben, wobei in Fällen stark ver-

schobener Luxationsfrakturen als letzte Behandlungsmöglichkeit manchmal nur noch die Amputation blieb (J.-L. PETIT 1723).

Ausgangs des 18. Jahrhunderts und am Anfang des 19. Jahrhunderts wurden, vorwiegend von englischen und französischen Autoren, alle wesentlichen Einzelverletzungen und deren Kombinationen nach Operations- und Autopsiebefunden beschrieben. Eine besondere, charakteristische Bruchform wurde von P. POTT 1773 skizziert: Abrißfraktur des Malleolus internus, laterale Verschiebung und Valgusposition des Talus, Abriß des Tuberculum anterius tibiae und Biegungsbruch der Fibula oberhalb der tibiofibularen Syndesmose. Diese Fraktur erhielt im englischen Sprachgebrauch die z.T. noch heute übliche Bezeichnung "Pott's fracture". Eine in Frankreich nach DUPUYTREN benannte Bruchform ist, wie QUENU 1912 feststellte, mit der POTT'schen Fraktur identisch.

2. Die experimentelle Periode

Um die Genese der einzelnen Bruchformen zu klären und zu einer auf der Genese dieser Bruchformen basierenden Klassifizierung zu kommen, wurden in der folgenden Zeit, vorwiegend von französischen Chirurgen, in Leichenexperimenten künstlich Malleolarfrakturen erzeugt und mit klinischen sowie autoptischen Befunden verglichen. Auf Grund klinischer und experimenteller Untersuchungen unterschied DUPUYTREN (1777-1835) Frakturen "par abduction" mit Fraktur des Mall. int. als primärer und Fraktur der Fibula als sekundärer Verletzung von Frakturen "par adduction" mit Fraktur des Mall. ext. als primärer und des Mall. int. als

sekundärer Verletzung. Beide Frakturtypen konnten unimalleolär oder bimalleolär auftreten. So war in Form dieser Angaben über die Reihenfolge der Verletzungen schon eine Art Stadieneinteilung eines genetisch begründeten Frakturtyps gegeben.

Richtig ist der Hinweis von MALGAIGNE (1847), daß aus der Endstellung einer klinisch beobachteten Fraktur nicht verläßlich auf die Richtung der einwirkenden Kraft, also auf die Genese, geschlossen werden kann, da die Stellung sekundär, etwa durch Gehversuche nach dem Frakturereignis, verändert werden kann, wie auch TROELL (1919) betont. Dennoch ist das Prinzip, z.B. eine Valgusposition des Fußes als Beweis für das Vorliegen einer Abduktionsfraktur anzusehen, bis heute noch nicht ganz aufgegeben. Das von DUPUYTREN erarbeitete Prinzip der Abduktions- und Adduktionsfrakturen wurde in der Folgezeit beibehalten und besonders bei der Adduktionsfraktur selten modifiziert. Diese Adduktionsfraktur entspricht der an anderer Stelle geschilderten "Supinations-Adduktionsfraktur" der Klassifizierung von LAUGE HANSEN.

MAISONNEUVE hob 1840 nach den Ergebnissen seiner Experimente die besondere Bedeutung der Außenrotation hervor, die er für den wichtigsten Mechanismus bei der Entstehung der Malleolarfrakturen hielt. Er sah zwei typische Formen von Außenrotationsfrakturen, beide charakterisiert durch den schrägen Verlauf der stets vorhandenen Fibulafraktur:

A. Tiefsitzende Fibulafraktur unterhalb oder in Höhe der tibiofibularen Syndesmose ohne Zerreißung derselben;

B. Fibulafrakturen oberhalb der Syndesmose mit bzw. infolge Zerreißung derselben ("fracture par diastasis").

Den Namen MAISONNEUVE's erhielt später in Frankreich allerdings nicht eine dieser beiden Frakturtypen, sondern die von ihm wohl experimentell, nicht aber klinisch gesehene hohe Form der Fibulafraktur (im mittleren oder oberen Drittel der Fibula).

HUGUIER erzeugte 1847 experimentell durch Außenrotation des dorsalflektierten Fußes eine typische POTT'sche bzw. DUPUYTREN'sche Fraktur.

HÖNIGSCHMIED berichtete 1877 über besonders umfangreiche "Leichenexperimente über die Zerreißungen der Bänder im Sprunggelenk mit Rücksicht auf die Entstehung der indirekten Knöchelfrakturen", wobei er in Anlehnung an BONNET an 125 Experimenten die Folgen der verschiedenen gewaltsamen Bewegungen des Fußes untersuchte und besonders aufmerksam die Spannung und die Verletzungen der Bänder beobachtete. Die Ergebnisse und Schlußfolgerungen insbesondere bei den Außenrotationsfrakturen entsprachen denen von MAISONNEUVE und HUGUIER; allerdings betrachtete HÖNIGSCHMIED die hier auftretende Fraktur des Mall. int. im Gegensatz zu MAISONNEUVE als Abrißfraktur. Eine umfassende Klassifizierung der Malleolarfrakturen nach ihrer Genese wurde in der Auswertung der Experimente zwar angedeutet, jedoch nicht ausdrücklich durchgeführt.

QUENU erzeugte 1907 durch Außenrotation des supinierten Fußes zuerst einen Riß des Lig. tibiofibulare ant. mit reversibler Diastase der Syndesmose um 1 cm und danach eine Spiralfraktur der Fibula ungefähr in Gelenk-

höhe. SOULIGOUX schilderte 1912, daß er durch Außenrotation des abduzierten Fußes eine Fraktur vom DUPUYTREN-Typ mit Ausrissen aus der dorsalen Tibiakante erhalten hatte.

Trotz der teilweise bestehenden Skepsis (MALGAIGNE, JUENU), ob es zulässig wäre, die experimentell erzeugten mit den klinisch beobachteten, unter wesentlich komplizierteren Bedingungen entstehenden Frakturen gleichzusetzen, wurden die experimentell gewonnenen Ergebnisse zur Klassifizierung der Frakturen verwandt. Diese Klassifizierungen wurden somit nach genetischen Gesichtspunkten vorgenommen, soweit die Genese damals bekannt war. A. HOFFA (1888) grenzte in seiner Klassifizierung wie MALGAIGNE die supramalleolären Frakturen, die etwas oberhalb der Gelenklinie lokalisiert sind und meistens erhebliche Zerstörungen der Unterschenkelknochen bzw. der Basis der Tibiagelenkfläche beinhalten, von den eigentlichen, indirekten Malleolarfrakturen ab und unterteilte diese in 3 Gruppen, wobei er besonders die Ergebnisse von MAISONNEUVE und HÖNIGSCHMIED berücksichtigte:

a) Adduktions- oder Supinationsfrakturen mit Abriß des lateralen Seitenbandes, häufiger des Mall. ext. als erster Läsion und mit nachfolgendem Abbruch des Mall. int. durch den Druck des Talus als zweiter Läsion.

b) Abduktions- oder Pronationsfrakturen mit Abriß des inneren Seitenbandes (Lig. deltoideum) oder häufiger einer Abrißfraktur des Mall. int. als erster Läsion und mit nachfolgender lateraler Verschiebung des Talus sowie mit Biegungsbruch der Fibula in 5-6 cm Höhe "an ihrer dünnsten Stelle", auch "Collum" genannt. Dieser Frakturtyp wurde als die häufigste Malleolarfraktur bezeichnet und entspricht im wesentlichen der POTT'schen bzw.

DUPUYTREN'schen Fraktur.

c) Inversions- und Eversionsfrakturen: Die Inversionsfraktur, entstanden durch Innenrotation des Fußes um die vertikale Unterschenkelachse, wurde gekennzeichnet durch Bänderrisse im CHOPART'schen Gelenk eventuell auch durch einen Riß des Lig. talofib. ant., ferner durch eine tiefsitzende Fraktur des Mall. ext., schließlich in manchen Fällen noch durch eine Torsionsfraktur der Tibia. Als ungleich häufiger wurde die Eversionsfraktur (Außenrotationsfraktur) bezeichnet, bei deren Entstehung gewöhnlich der Fuß fixiert ist und der Körper nach vorn innen fällt. Der Frakturmechanismus hängt vom Standhalten der Bänder der Syndesmose ab. In einem Teil der Fälle reißt am Anfang nur das Lig. tibiofib. ant. von der tibialen Insertion, dann bricht die Fibula in einer schrägen, von unten innen vorn nach oben außen hinten verlaufenden Richtung. Der andere Mechanismus liegt vor, wenn anfangs die gesamte Syndesmose weitgehend eingerissen ist; in diesen Fällen bricht die Fibula in 5-6 cm Höhe, gelegentlich noch höher ("fracture par diastasis" von MAISONNEUVE).

Diese Klassifizierung beinhaltet die wesentlichen Ergebnisse der experimentellen Periode. Vieles von der Grundkonzeption und von den Details entspricht heutigen Ansichten, jedoch haben die Klassifizierungen der experimentellen Periode folgende Hauptmängel:

1. Sie sind unvollständig und nicht konsequent nach genetischen Gesichtspunkten durchgeführt: Die marginalen Frakturen des distalen Tibiaendes, besonders diejenigen der dorsalen Tibiakante, sind nicht berücksichtigt und genetisch eingeordnet; die Subluxationen und Luxationen des Talus sind zuwenig in die Gesamtverletzung integriert, werden teilweise

sogar getrennt von den Frakturen abgehandelt; verschiedene Frakturformen wie die beiden beschriebenen, nach der Höhe ihres Sitzes unterschiedlichen Formen der Außenrotationsfrakturen werden nicht nach ihrer Genese in Verbindung mit Fußhaltung bei der Entstehung, sondern rein deskriptiv nach ihrer Form getrennt.

2. Die ligamentären Verletzungen, insbesondere die Rolle der Syndesmose, werden nur teilweise berücksichtigt.

3. Es fehlt die Auswertung von Krankengut mit genauen Angaben über die Häufigkeit der einzelnen Frakturformen und somit ein Beweis für die Richtigkeit und Anwendbarkeit dieser Klassifizierung.

4. Es fehlt eine Stadieneinteilung nach Schweregraden, die aus dem zeitlichen Ablauf der Gesamtverletzung hergeleitet ist.

Viele dieser Mängel waren im Fehlen der Möglichkeit von Röntgenuntersuchungen begründet, einige von ihnen traten jedoch auch später in der röntgenologischen Periode auf.

3. Die röntgenologische Periode

Seit der Einführung der Röntgenuntersuchungen konnten quantitative Untersuchungen über die einzelnen Verletzungsarten durchgeführt werden; außerdem wandte sich das Interesse nun der Untersuchung bestimmter Einzelverletzungen im Rahmen der Malleolarfrakturen wie den "marginalen Frakturen" und der Diastase der tibiofib. Syndesmose zu, die vor der Röntgenära in ihrer Form

und Häufigkeit kaum hatten beurteilt werden können, wenngleich sie bekannt gewesen waren. MEISSNER verzeichnet 1909 ein seit 10 Jahren stark steigendes Interesse für die Malleolarfrakturen mit Erscheinen zahlreicher Kasuistiken und Monografien, bedingt durch die Einführung der Röntgenuntersuchungen und besonders auch durch die moderne Unfallgesetzgebung und das Versicherungswesen. Die ganze Vielgestaltigkeit der Malleolarfrakturen trat röntgenologisch zutage, und dem anfänglichen Optimismus, die Röntgenuntersuchungen könnten die noch ungeklärten Probleme leicht losen, folgte häufig eine Bestürzung über die, wie sich DESTOT 1911 ausdrückte, "fürchterliche Vielfalt der Malleolarfrakturen". QUENU (1912) konnte dem nur beipflichten, in gleichem Sinne äußerte sich auch CLERMONT (1913), der beklagte, wie sehr doch die Kompliziertheit der Malleolarfrakturen und der Klassifizierungen mit jedem Autor seit DUPUYTREN zunahm.
Die Frage der Beziehungen und der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen Frakturen und Luxationen im oberen Sprunggelenk war in der experimentellen Periode nicht geklärt worden. Ohne das Hilfsmittel der Röntgenuntersuchung hatten bei entsprechenden schweren Fällen oft die Luxationen im Vordergrund des klinischen Bildes gestanden; die gleichzeitigen knöchernen Verletzungen hatten oft nicht diagnostiziert werden können. Dennoch vertrat J.-L. PETIT 1723 die Ansicht, daß die Luxationen im oberen Sprunggelenk nur möglich seien, wenn gleichzeitig knöcherne Verletzungen oder eine Erweiterung der Knöchelgabel vorliegen.
Franz KÖNIG (1876) und A. HOFFA (1888) setzten sich wie PELS-LEUSDEN (1905) für die - heute übliche - Bezeichnung "Verrenkungsbruch" ein, womit die genetische Einheit von Luxation und Fraktur ausgedrückt und die Betonung auf die Fraktur gelegt wurde, die die Vorbedingung für die Luxation ist, was umgekehrt

nicht gilt. GRAFF (1898) handelte die Luxationsfrakturen noch unter den Luxationen ab, und WENDEL veröffentlichte 1898 108 Fälle "reiner Luxationen", die meistens noch nicht röntgenologisch untersucht waren. SUTER konnte dann 1904 feststellen, daß sich röntgenologisch hier doch Frakturen nachweisen ließen, und PELS-LEUSDEN (1905) fand nach dem Studium von 6000 Röntgenbildern der Berliner Charité keinen Fall einer reinen Luxation. Mit den bereits von LALLE (1829) und MALGAIGNE (1847) beschriebenen Frakturen der dorsalen distalen Tibiakante in ihrer Form, Häufigkeit, genetischen Einordnung und z.T. auch ihrer therapeutischen und prognostischen Bedeutung befaßten sich besonders DESTOT 1907-1913, PELS-LEUSDEN 1905, GRASHEY 1907, MEISSNER 1908 und 1909, BIRCHER 1912, S. KONIG 1912, CHAPUT 1908, HILGENREINER 1913, F.J. COTTON 1915 und TANTON 1916. Es fiel auf, daß die Fragmente teils groß und keilförmig, teils klein und schalenförmig gestaltet waren (BIRCHER). Dies leitet zur Frage der Genese über. Hier war es DESTOT, der diese Fraktur erstmals auf die gleiche Genese bezog, die auch den Verletzungen an den Knöcheln zugrunde liegt. Zeitweilig trug diese Fraktur in Frankreich die Bezeichnung "fracture de Destot" (VIALLET 1912), wobei das dorsal gelegene Tibiafragment ebenso wie bei anderer Gelegenheit ein dorsolaterales, laterales, meist aber ein anterolaterales Fragment als "drittes Fragment" nach TILLAUX bezeichnet wurde. Analog zur "fracture de Destot" sprach LEUENBERGER 1912 von einer "MEISSNER'schen Fraktur" der dorsalen Tibiakante, und im angloamerikanischen Sprachgebrauch wurde die bimalleoläre Fraktur mit zusätzlicher Fraktur der dorsalen Tibiakante ("trimalleoläre Fraktur") nach der Beschreibung durch F.J. COTTON (1915) "Cotton's fracture" genannt. DESTOT nahm als Ursache der Fraktur im dorsalen distalen Tibiaende eine forcierte Plantar-

flexion an; die gleiche Ansicht äußerten CHAPUT, PELS-LEUSDEN, EWALD, MEISSNER, QUENU, HILGENREINER, de QUERVAIN und L. BÖHLER. Gleichzeitig fand man oft eine dorsale Subluxation oder Luxation des Talus im oberen Sprunggelenk. PELS-LEUSDEN nahm als zusätzliche Ursache einen Zug der Achillessehne an, HILGENREINER wies auf die Bedeutung des Körpergewichtes hin, ebenso wie L. BÖHLER, der gleichzeitig Abscherwirkungen des Talus und Stauchung in Längsrichtung als Ursachen bezeichnete. MEISSNER und S. KÖNIG hielten die gleichzeitig bestehenden anderen knöchernen oder ligamentären Verletzungen der Knöchel für wesentlich, da erst bei Vorliegen dieser Verletzungen die gesamte vom Talus ausgeübte Wucht die dorsale Tibiakante treffen könnte.

Neben dem Mechanismus der Plantarflexion ließ S. KÖNIG auch den einer Abrißfraktur durch Zug des Lig. tibiofib. post. gelten; die gleiche Auffassung vertraten BIRCHER, TANTON, SOULIGOUX und TROELL. Nach BIRCHER soll hierbei der Bandzug durch eine gleichzeitige Supination und durch Rotationskräfte bedingt sein. BIRCHER's Begriff des "frakturlosen Callus" drückt den rein ligamentären Charakter mancher Verletzungen an der dorsalen Tibiakante mit Ablösung von Periost durch Zug des Lig. tibiofib. post. aus.

Die Fraktur des Tuberculum ant. tibiae wurde allgemein als Abrißfraktur durch Zug des Lig. tibiofib. ant. angesehen, besonders bei Außenrotationsfrakturen (HUGUIER, BIRCHER).

Die größeren keilförmigen Frakturen der vorderen distalen Tibiakante wurden von S. KÖNIG (1912) noch für häufiger gehalten als diejenigen der dorsalen Tibiakante, alle anderen Untersucher kamen zu einem gegenteiligen Ergebnis. Die oft sehr großen Fragmente an der dorsalen und ventralen Tibiakante nach grober

Krafteinwirkung, z.B. durch direkte Gewalt, sprengen häufig als Stauchungs- oder Trümmerfrakturen den Rahmen der Malleolarfrakturen. Die Beschreibung einer Fraktur des ventralen distalen Tibiaendes als Operationsbefund stammt von R. v. VOLKMANN 1873; die Bezeichnung "VOLKMANN'sches Dreieck" ist in Deutschland heute allerdings vorwiegend für die - wesentlich häufigere - keilförmige Fraktur der dorsalen distalen Tibiakante im Gebrauch.
Die Verletzungen der aus drei Anteilen bestehenden tibiofibularen Syndesmose (Lig. tibiofib. ant. et post. sowie Lig. tibiofib. interosseum als Fortsetzung der Membrana interossea) waren bereits seit HIPPOKRATES, besonders aber aus der experimentellen Periode bekannt, sogar in Form der "zentralen Luxation" des Talus zwischen Tibia und Fibula bei völliger Zerstörung der Syndesmose und distaler Teile der Membrana interossea. Die Experimente von MAISONNEUVE, HUGUIER und HONIGSCHMIED hatten das unterschiedliche Verhalten der Syndesmose bei den zwei Formen der Außenrotationsfrakturen gezeigt, wobei zwischen dem Riß der gesamten Syndesmose bei hochsitzender Fibulafraktur und dem Riß des vorderen Teils der Syndesmose (Lig. tibiofib. ant.) bei tiefsitzender Fibulafraktur unterschieden wurde. Die wichtige Differenzierung zwischen partieller und totaler Ruptur der Syndesmose wurde nicht immer durchgeführt. QUENU unternahm daraufhin Experimente mit Supination und Außenrotation des Fußes, womit nach seiner Meinung am besten eine Spreizung der Syndesmose erreicht werden konnte, und er sah, daß der hierbei auftretende Riß des Lig. tibiofib. ant. genügt, eine deutliche Diastase der Syndesmose mit Abweichen und Rotation der Fibula zu erzeugen. Danach konnte also die Diastase sowohl eine totale als auch eine nur partielle Syndesmosenruptur

anzeigen. CHAPUT hatte zum Erkennen einer Diastase der Syndesmose eine röntgenologische Methode angegeben, in der der Abstand der medialen Kontur der Fibula zur gegenüberliegenden Kontur der Incisura fibularis tibiae ("la ligne clair", normal 3 mm) auszuwerten war; im gleichen Sinne wertete er eine Verminderung der Überlagerung von Tibia und Fibula im a.p.-Röntgenbild.

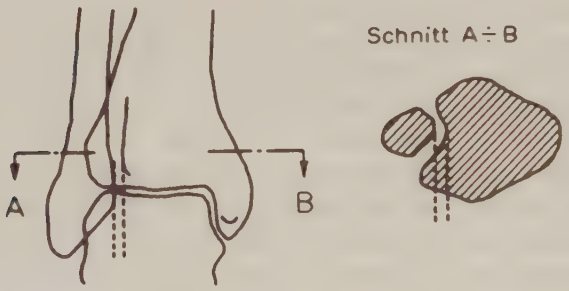


Abb. 1: "la ligne clair" von CHAPUT (schematisch)

Diese Methode wurde in der Folgezeit kritisiert, einmal, weil sich schon normalerweise der Spalt je nach Rotation des Fußes verschieden weit darstellt, zum anderen, weil sich die Kontur der Incisura fibularis tibiae in Röntgenbildern häufig nur schwer erkennen läßt.
Wie MEISSNER und GRASHEY bezog CHAPUT die Diastase vorwiegend auf einen Abduktionsmechanismus und unterschied verschiedene Formen der Fibulafrakturen mit zugeordnetem Grad der Diastase:

a) Fraktur der Fibula im oberen Drittel "par diastasis" (MAISONNEUVE's Fraktur).

b) Fraktur im Bereich des Halses der Fibula, also oberhalb der Syndesmose, mit breiter Diastase (DUPUYTREN's Fraktur).

c) Fraktur im Bereich des Corpus der Fibula, also in Gelenkhöhe, mit partieller Diastase.

d) Fraktur der Spitze des Malleolus ext. ohne Diastase.

Etwa in gleicher Weise sah CLERMONT 1913 einen direkten kausalen Zusammenhang zwischen der Form der Fibulafraktur und dem Riß der Syndesmose, wobei er an Stelle des Begriffes "Diastase", die nur ein inkonstantes Zeichen einer Syndesmosenverletzung ist und bei Nachlassen der einwirkenden Kraft reversibel ist, den besseren Begriff "disjonction tibio-péronière" setzte. Er betrachtete diesen Zusammenhang als so charakteristisch, daß er ihn zur Basis einer auf dieser "disjonction" beruhenden Klassifizierung der Malleolarfrakturen machte. Ähnlich unterteilte auch DESTOT die Fibulafrakturen. QUENU wandte ein, daß eine Diastase bei so verschiedenartigen Verletzungstypen auftrete, daß sie sich nicht zur Charakterisierung der Malleolarfrakturen eigne, ferner, daß eine "disjonction" nicht immer eine Diastase verursache und daher sehr unzuverlässig nachzuweisen sei. DESTOT und QUENU sahen im Gegensatz zu CHAPUT die Ursache der Diastase in der Außenrotation.
Weitgehende Einigkeit bestand darin, daß aus einer hohen Fibulafraktur auf das Vorliegen eines Syndesmosenrisses zu schließen ist, ebenso wie auch aus Knochenausrissen am Tub. ant. und Tub. post. tibiae, ferner, daß eine Diastase ein prognostisch ungünstiger Faktor ist.
Später forderte L. BOHLER für eine zuverlässigere Diagnostik ligamentärer Verletzungen "gehaltene" Röntgenaufnahmen zur Untersuchung sowohl der Syndesmose als auch der äußeren Seitenbänder zum

Ausschluß eines Risses dieser Bänder, z.B. einer sogenannten Subluxatio supinatoria (GUTTNER 1942, FURMAIER 1951), die als rein ligamentäre Verletzung ohne eine solche Untersuchungstechnik sonst oft übersehen und als Distorsion behandelt würde.
Trotz röntgenologischer und noch einzelner experimenteller Untersuchungen (QUENU, DESTOT, SOULIGOUX) herrschte am Anfang des 20. Jahrhunderts, einige Zeit nach Einführung der Röntgenuntersuchungen, in der Nomenklatur und Klassifizierung der Malleolarfrakturen große Verwirrung. Wie LAUGE HANSEN und vor ihm 1922 ASHHURST und BROMER betonten, wirkte es sich auch ungünstig aus, bestimmte Frakturformen mit Eigennamen zu belegen, da es mangels einer strengen Definition der einzelnen, mit Eigennamen bezeichneten Typen zu Ungenauigkeiten und zu Überschneidungen in den Bezeichnungen kam, sich teilweise sehr unterschiedliche nationale Nomenklaturen entwickelten und darüber hinaus durch die Eigennamen der trügerische Eindruck einer diagnostischen Sicherheit erweckt wurde.
Alle Einzelverletzungen und deren Kombinationsmöglichkeiten und Häufigkeit waren bekannt. Bestand im allgemeinen die Ansicht, daß eine genetische Klassifizierung wünschenswert sei, da man hierbei aus den sichtbaren Veränderungen auf den Mechanismus des Frakturereignisses und auf weitere Verletzungen - mit den entsprechenden therapeutischen Konsequenzen - schließen könne (QUENU 1912), so wurde eine solche umfassende genetische Klassifizierung doch nicht erarbeitet, aus mehreren Gründen: Es gelang nicht, die marginalen Frakturen, die erst seit DESTOT als Einheit mit den Malleolarfrakturen angesehen wurden, ferner die zusätzliche Subluxation oder Luxation des Talus sowie teilweise auch die

Verletzung der Syndesmose genetisch einzuordnen; seit Einführung der Röntgenuntersuchungen wurden autoptische und besonders experimentelle Untersuchungen kaum noch durchgeführt; auch gerieten die z.T. sehr wertvollen Erkenntnisse der experimentellen Periode weitgehend in Vergessenheit, weniger in Frankreich als in Deutschland und besonders im angloamerikanischen Bereich, wo ASHHURST und BROMER 1922 beklagten, daß die alten französischen Autoren nicht gelesen werden.
Es lassen sich folgende Hauptgesichtspunkte abgrenzen, unter denen in der röntgenologischen Periode Klassifizierungen der Malleolarfrakturen vorgenommen wurden:

1) anatomisch-deskriptive, z.T. mit Verwendung von Eigennamen
2) klinische
3) genetische.

Viele Klassifizierungen sind allerdings nach mehreren dieser Prinzipien durchgeführt, oft aus Unsicherheit über die Einordnung bestimmter Verletzungen.

1. Klassifizierungen nach vorwiegend anatomisch-deskriptiven Gesichtspunkten:

QUÉNU schrieb 1912, daß die "Nomenklatur nach der Pathogenese große Verwirrung zu stiften scheint" und gab wie DESTOT einer nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten vorgenommenen Klassifizierung den Vorzug, die jedoch 1922 von ASHHURST und BROMER "mehr ein Katalog als eine Klassifizierung" genannt wurde. Bei den Frakturen der Knöchel unterschied er "fractures géniennes", bis 3 cm oberhalb der Knöchelspitze reichend, von höher gelegenen, meist schrägen "fractures sus-géniennes"; hinzu kamen bei der Fibula oberhalb der Syndesmose gelegene supramalleoläre Frakturen (DUPUYTREN'sche Fraktur) und hohe Fibulafrakturen (MAISONNEUVE's Fraktur). Diese Frakturen

wurden in die beiden Gruppen der isolierten Frakturen der Knöchelgabel (isolierte Frakturen eines der beiden Knöchel oder einer tibialen Kante) und der kombinierten Frakturen (bimalleoläre Frakturen, Frakturen mit Syndesmosenverletzung und Talusluxation) eingeordnet. CLEMONT (1913) nahm als Basis seiner Einteilung die "disjonction tibiopéronière". Von COTTON (1915) stammt eine Klassifizierung nach der Richtung der Dislokation. TANTON (1916) ordnete alle vorkommenden Frakturformen streng nach der Lokalisation und der Kombination der Einzelverletzungen in Gruppen ein; die Frage der Genese bzw. der Beziehung zwischen Genese und Form und zwischen den einzelnen Verletzungen wurde hierbei nicht berücksichtigt.
Auch ASHHURST und BROMER (1922) unternahmen eine Einteilung nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten, wobei u.a. die Höhe der Fibulafraktur ein Unterscheidungsmerkmal war. Vorwiegend nach der Höhe der Fibulafraktur unter Mitberücksichtigung der Diastase der Syndesmose unterteilte auch DANIS (1949) die Frakturen in "fractures sous-ligamentaires, interligamentaires, sus-ligamentaires basses et sus-ligamentaires hautes (Typ POTT-DUPUYTREN)", wobei er den jeweiligen Gruppen einen genetischen Mechanismus zuordnete. Noch stärker stellte STURZENEGGER (1954) die Verletzung der Syndesmose als Mittel der Klassifizierung heraus. B.G. WEBER (1966), der um eine besonders für operative Zwecke geeignete Klassifizierung bemüht ist und von einer genetischen Klassifizierung weniger Nutzen erwartet, verwendet eine auf ASHHURST und BROMER sowie auf DANIS zurückgehende pathologisch-anatomische Klassifizierung nach der Höhe der Fibulafraktur. LEVIN (1949) unterscheidet wiederum rein deskriptiv als Hauptgruppen isolierte Malleolarfrakturen, bimalleoläre Frakturen und trimalleoläre

Frakturen (COTTON's fracture). COMPERE (1960) richtet sich vorwiegend nach der Stellung des verletzten Fußes und schließt hieraus - was anfechtbar ist - auf den Frakturmechanismus; anatomische Gesichtspunkte, Hinweise auf den Frakturmechanismus und zahlreiche Eigennamen bestimmen seine Einteilung. HOLLE/SONNTAG (1960) unterteilen im wesentlichen ebenfalls nach der Richtung des einwirkenden Trauma, abzulesen an der Stellung des verletzten Fußes und der Richtung der Talusluxation.

2. Einteilungen nach klinischen Gesichtspunkten:

Hierfür ist die Einteilung von LUFINGER (1949) charakteristisch; er unterscheidet folgende Frakturgruppen:

a) einfache Frakturen ohne oder mit Dislokation;
b) Frakturen mit erschwerendem Faktor wie Talusluxation, Syndesmosenverletzung oder Fraktur der dorsalen Tibiakante;
c) Kombination erschwerender Faktoren;
d) offene Frakturen.

Mit einer solchen Einteilung wird das Ziel verfolgt, eine gleichbleibende Basis für die Therapie und Prognose, für einen Vergleich der Behandlungsergebnisse und für eine Beurteilung im Rahmen versicherungsrechtlicher Fragen zu erhalten. Dies zeigt sich auch bei der teilweise unter klinischen Aspekten vorgenommenen Einteilung von HOLLE/SONNTAG, wo den einzelnen Gruppen bestimmte therapeutische Maßnahmen wie die Dauer der Gipsbehandlung zugeordnet werden. Solche Klassifizierungen machen den Mangel einer exakten und zugleich einfachen, praktisch verwertbaren genetischen Klassifizierung, die den klinischen und den zunehmenden prognostischen und versicherungsrechtlichen Bedürfnissen

gerecht wird, besonders deutlich, und sie zeigen gleichzeitig, daß der Versuch einer genetischen Klassifizierung offenbar aufgegeben war bzw. daß die vorhandenen genetischen Klassifikationen diesen genannten Bedürfnissen nicht gerecht wurden.

3. Einteilung nach genetischen Gesichtspunkten:

Hierher ist zuerst die Einteilung von DUPUYTREN zu rechnen, in der Adduktions- und Abduktionsfrakturen mit Stadieneinteilung nach der Entstehungsfolge der Verletzungen unterschieden wurden. Bei MAISONNEUVE kamen als dritte Gruppe die Außenrotationsfrakturen hinzu. Die bereits früher wiedergegebene Klassifizierung von HOFFA (1888) ist ein charakteristisches Beispiel für eine genetische Klassifizierung, wie sie Ziel u.a. der experimentellen Untersuchungen war. PELS-LEUSDEN griff 1905 das Prinzip auf, typische Bruchformen in Schweregrade einzuteilen, wandte es jedoch nur auf die Schrägfraktur der Fibula und nicht auf alle vorkommenden Verletzungsarten an, die er in der damals allgemein üblichen Weise in Abduktions-, Adduktions- und Rotationsfrakturen bzw. in Pronations-, Supinations- und Rotationsfrakturen einteilte. Diese Einteilung, die sich bereits bei RAVOTH (1856) findet, liegt auch den Klassifizierungen von Franz KÖNIG (1876 u. 1905), GRASHEY (1907), MEISSNER (1909), HILGENREINER (1913), HELFERICH (1914), TROELL (1919), de QUERVAIN (1922), MUSSGNUG (1944), HÜBNER (1948), MONTANT (1950), COMPERE (1960), HOLLE/SONNTAG (1960) sowie COMPERE, BANKS und COMPERE (1966) zugrunde, wobei auf kleinere Abweichungen nicht eingegangen werden soll; in den Klassifizierungen wurden gelegentlich noch Plantar- und Dorsalflexion sowie Talusluxation berücksichtigt. Um eine echte genetische Klassifizierung handelt es

sich hier oft deshalb nicht, weil die "genetischen" Diagnosen nach der Anamnese und der Endstellung des verletzten Fußes gestellt wurden, zwei sehr unsicheren und anfechtbaren Kriterien; hinzu kommt das Fehlen eines Vergleiches mit experimentellen Ergebnissen. Erörterungen über das Häufigkeitsverhältnis von Pronations- und Supinationsfrakturen auf der Basis dieser Klassifizierungen sind daher von keinem großen Nutzen. Die Annahme, daß Pronationsfrakturen häufiger als Supinationsfrakturen sind, kann heute, u.a. durch die Untersuchungen von LAUGE HANSEN, als widerlegt gelten.

Einen erheblichen Fortschritt stellten die Bemühungen von ASHHURST und BROMER (1922) um eine genetische Klassifizierung der Malleolarfrakturen dar. ASHHURST und BROMER waren von der Notwendigkeit einer genetischen Klassifizierung überzeugt und verschafften sich im Gegensatz zu den Kollegen ihrer Zeit einen umfassenden Überblick über die Untersuchungen der experimentellen und der frühen röntgenologischen Periode. Hierbei kritisierten sie die Verwendung von Eigennamen zur Klassifizierung von Frakturformen. Ihr Fazit der damaligen Kenntnisse über die Malleolarfrakturen war negativ; u.a. warfen sie den Lehrern der Chirurgie entweder Konfusion oder aber eine falsche, unangebrachte Sicherheit vor.

In experimentellen Untersuchungen prüften sie Einzelprobleme wie die Rolle der Außenrotation, der sie bei der Frakturentstehung eine entscheidende Bedeutung beimaßen, und ihre Wirkung auf die Fibula und die Bänder der Syndesmose.

Ihre umfassende Klassifizierung basierte auf den drei Grundmechanismen Außenrotation (61 %), Abduktion (21 %) und Adduktion (13 % von 300 ausgewerteten Fällen), wozu noch als seltene Formen Frakturen durch Kompression in der Unterschenkellängsachse und solche durch direkte

Gewalteinwirkung kamen. Innerhalb dieser Gruppen wurden verschiedene Schweregrade unterschieden, womit einerseits eine höhere Zahl von Einzelverletzungen, andererseits schwerere Formen der Einzelverletzungen wie etwa größere marginale Tibiafragmente gemeint waren.

Diese Klassifizierung wirkte zwar in der Folgezeit vielfach anregend und wurde von einigen Autoren (BISHOP 1932, MAGNUSSON 1944 u. 1945) übernommen - BISHOP und MAGNUSSON werteten eine größere Zahl von Malleolarfrakturen nach dieser Klassifizierung aus - konnte sich aber nicht allgemein durchsetzen, obwohl sie als erster Versuch anzusehen ist, die nach Einführung der Röntgenuntersuchungen bekannt gewordenen zahlreichen Verletzungsarten in ein umfassendes Klassifizierungsschema nach genetischen Gesichtspunkten einzuordnen und die Anwendbarkeit dieser Klassifizierung an einer großen Zahl klinischer Fälle zu prüfen. Einer der Gründe dafür, daß sich diese Klassifizierung nicht allgemein verbreitete, dürfte in ihrer Kompliziertheit liegen. Nachteile waren auch, daß die ligamentären Verletzungen als solche, insbesondere die Verletzungen der Syndesmose, ferner die Frakturen der dorsalen Tibiakante und die kleinen Knochenabrisse nicht genügend berücksichtigt bzw. genetisch eingeordnet waren, was mit der letzten Endes noch unzureichenden Kenntnis der Genese verschiedener Verletzungsformen erklärt werden kann. Auf die Außenrotation als wichtigen bzw. wichtigsten genetischen Faktor hingewiesen zu haben, ist einer der großen Verdienste von ASHHURST und BROMER; andererseits sind reine Außenrotationsfrakturen sicher selten, d.h. für die Entstehung der jeweiligen Frakturform sind hinzutretende Biegungsmomente, das Körpergewicht und zahlreiche weitere Faktoren, besonders aber die Haltung des Fußes (Supination, Pronation, Dorsalflexion usw.) im

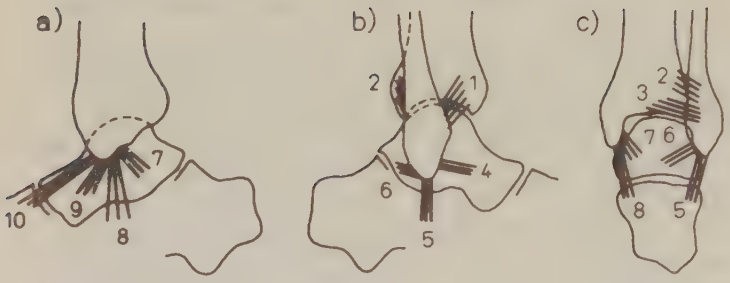
Moment des Frakturereignisses von entscheidender Bedeutung, wie später u.a. von LAUGE HANSEN gezeigt wurde.
Bevor die Untersuchungen von LAUGE HANSEN geschildert werden, soll zum besseren Verständnis kurz auf die Anatomie und Funktion des Sprunggelenkes eingegangen werden.

C. Anatomie und Funktion des Sprunggelenkes, Nomenklatur

Das "Sprunggelenk" besteht aus dem oberen Sprunggelenk (Articulatio talocruralis) und dem unteren Sprunggelenk (Articulatio talotarsalis). Das untere Sprunggelenk wird durch das kräftige Lig. talocalcaneare interosseum in zwei Kammern, die Articulatio subtalaris (hinteres Sprunggelenk) und die Articulatio talocalcaneonavicularis (vorderes Sprunggelenk) unterteilt, ist jedoch funktionell eine Einheit. Talus, Calcaneus und Naviculare artikulieren mittels fünf verschieden großer Gelenkfacetten (SPALTEHOLZ-SPANNER 1959); die sehr verschieden gerichtete Wölbung der Gelenkflächen und kurze straffe Bänder lassen ausgiebige Bewegungen des übrigen Fußes gegen den Talus nicht zu. Gegenüber dem Talus wirkt der übrige Fuß als weitgehend starre Einheit. Oberes und unteres Sprunggelenk sind einander nachgeschaltet wie zwei Etagen, der Talus bewegt sich zwischen ihnen, da ohne Muskelansätze, passiv, wie ein knöcherner Meniskus (R. FICK 1904).

Das obere Sprunggelenk ist ein Scharniergelenk, seitlich gesichert durch die Knöchel und durch starke Seitenbänder. Die distale Gelenkfläche wird von der Trochlea tali, die proximale Gelenkfläche vom distalen Ende der Tibia und Fibula gebildet, wobei sich der Knorpelüberzug auf die dem Gelenk zugewandten Flächen beider Knöchel fortsetzt. Die Trochlea tali wird von Tibia und Fibula mit ihren Knöcheln wie von einer Gabel umgriffen. Diese Malleolargabel ist nicht starr, sondern besitzt eine gewisse federnde Elastizität in der distalen Verbindung zwischen Tibia und Fibula, bei der es

sich um eine Syndesmose handelt. Der distale, konvexe Teil der Fibula ist hier in der Incisura fibularis tibiae eingepaßt. Gelenkknorpel findet sich hier nicht; der unterschiedlich weite Raum wird von gefäßreichem lockerem Fettgewebe und zahlreichen kurzen straffen Bändern als Fortsetzung der Membrana interossea ausgefüllt (R. FICK 1904). Nach vorn und hinten wird die Incisura fibularis tibiae jeweils von leistenartigen Knochenvorsprüngen begrenzt, dem Tuberculum anterior et posterior tibiae. Beide Knochenvorsprünge dienen zum Ansatz der Bänder zwischen distaler Fibula und Tibia, die die tibiofibulare Syndesmose ventral und dorsal begrenzen und sichern, dem kurzen, platten, kräftigen Lig. tibiofibulare anterius (nach alter Nomenklatur Lig. malleoli lateralis anterius) und dem noch kräftigeren Lig. tibiofibulare posterius (früher Lig. malleoli lateralis post. genannt). Letzteres läßt sich noch in einen proximalen absteigenden und einen distalen horizontalen, an der unmittelbar gelenknahen dorsolateralen und dorsalen Tibiakante ansetzenden Teil (Lig. tibiofib. post. distale) untergliedern.
Von beiden Knöcheln führen Seitenbänder zum Talus und z.T. noch über das untere Sprunggelenk hinweg zum Calcaneus und Naviculare; ihre Fächerform ermöglicht eine gute Spannung in allen vorkommenden Gelenkstellungen (LANZ-WACHSMUTH 1938). Das mediale, von der Spitze des Mall. tibialis ausgehende Seitenband wird zusammengefaßt als Lig. deltoideum bezeichnet und besteht aus einer Pars tibiotalaris ant., tibiotalaris post., tibiocalcanearis und tibionavicularis. Analog hierzu gehen von der Spitze des Mall. fibularis die Ligg. talofibularia ant. et post. sowie das Lig. calcaneofibulare aus.



1	Lig. tibiof. ant.	6	Lig. talofib. post.
2	Lig. tibiof. post.	7	Lig. delt., Pars tibiotalaris post.
3	Lig. tibiof. post. distale	8	Lig. delt., Pars tibiocalcanearis
4	Lig. talofib. ant.	9	Lig. delt., Pars tibiotalaris ant.
5	Lig. calcaneofib.	10	Lig. delt., Pars tibionavicularis

Abb. 2: Die Bänder des oberen Sprunggelenkes, von medial (a), lateral (b) und dorsal (c)

Im Sprunggelenk vereinen sich mit der Übertragung des Körpergewichtes vom Unterschenkel auf den Fuß und dem Ausführen bestimmter Bewegungen des Fußes gegen den Unterschenkel, etwa beim normalen Gang und bei der Anpassung der Fußhaltung an eine wechselnde Bodenbeschaffenheit (Laufen auf schiefer Ebene), zwei Hauptfunktionen. Die Körperlast wird auf den Talus durch die Tibia übertragen (LANZ-WACHSMUTH 1938, R. FICK 1904), beim Stehen auf schiefer Ebene jedoch teilweise auch durch die Fibula (R. FICK 1904); nach BOLIN (1961) trägt und überträgt die Fibula auch unter normalen Bedingungen etwa ein Sechstel des Kör-

pergewichtes und dient damit nicht nur als Leitstab für den Talus. Die Knöchelgabel ist durch die Syndesmose von federnder Elastizität; die Exkursion der Bewegung in der Syndesmose, die durch den schrägen Verlauf der an der Syndesmose beteiligten Fasern ermöglicht wird, ist zwar gering und beträgt nach R. FICK (1904) sowie ASHHURST und BROMER (1922) nur 2 - 3 mm, ist jedoch funktionell sowohl beim normalen Gang als auch beim Auffangen heftiger Stöße von großer Bedeutung. Dazu sagte z.B. BROMFEILD (1773), daß man, wenn beide Knöchel starre Teile des distalen Tibiaendes wären und es keinen Spielraum zwischen den Knöcheln gäbe, nur wenige Schritte ohne Knöchelbruch machen könnte. Die abfedernde Funktion setzt sich bis auf die proximalen Anteile der Membrana interossea und der Fibula in Form von aufwärts, abwärts und seitlich gerichteten sowie rotierenden Bewegungen fort, wobei die proximale Verbindung zwischen Tibia und Fibula als Angelpunkt dient (ASHHURST und BROMER 1922). Diese passiven Bewegungen treten bei jedem Schritt auf, denn der Talus ist ventral breiter als dorsal und drängt bei Dorsalflexion, beim Gehen unterstützt durch das Körpergewicht, das durch die lateralen Seitenbänder und die Syndesmose federnd fixierte distale Fibulaende etwas nach lateral (HENKE 1867). Nach B.G. WEBER (1966) soll es allerdings lediglich zu rotierenden Fibulabewegungen in der Syndesmose und nicht dagegen zu einer gleichzeitigen Erweiterung der Knöchelgabel kommen.

Die Bewegungen im oberen und unteren Sprunggelenk ergänzen sich gegenseitig; funktionell sind oberes und unteres Sprunggelenk eine Einheit, zumal die Sehnen der für die Bewegungen im Sprunggelenk verantwortlichen Muskeln sowie auch mehrere Seitenbänder (Lig. calcaneofibulare, Lig. deltoideum) über

beide Gelenke ziehen; Schädigungen der Seitenbänder betreffen also stets das gesamte Sprunggelenk, wie HELLPAP (1963) betont. SÖMMERING (1791) glaubte wegen der Überknorpelung der Berührungsflächen der Knöchel mit dem Talus noch, daß im oberen Sprunggelenk Abduktion und Adduktion möglich seien. Im oberen Sprunggelenk werden Dorsal- und Plantarflexion um eine transversale, durch den Taluskopf und die Spitze des Mall. ext. sowie unterhalb der Spitze des Mall. int. verlaufende Achse ausgeführt, die sich während des Bewegungsablaufes geringfügig ändert, da die Talusrolle lateral und medial unterschiedlich gekrümmt ist. Die übrigen Bewegungen geschehen im wesentlich komplizierter aufgebauten unteren Sprunggelenk, dessen Teile jeweils eigene Achsen haben, aus denen sich geometrisch eine an der dorsalen lateralen Seitenfläche des Calcaneus eintretende und am oberen Rand des Talushalses austretende, von dorsal-caudal-lateral nach ventral-cranial-medial verlaufende Gesamtachse konstruieren läßt, die allerdings während der Bewegung nicht konstant ist. Die möglichen Einzelbewegungen in den Gelenkteilen hemmen sich gegenseitig, ergeben zusammen eine "Kompromißbewegung" (R. FICK) um die genannte Achse, die mit der Maulschellenbewegung der Hand verglichen wird und als solche nicht in die angenommenen geometrischen Hauptachsen des Sprunggelenkes - vertikale, sagittale und transversale Achse - einzuordnen ist. R. FICK schlug den Ausdruck "Einwärts- und Auswärtskantung" vor. Bezogen auf die geometrischen Hauptachsen, muß daher diese Bewegung jeweils mit drei Einzelkomponenten umschrieben werden (LANZ-WACHSMUTH 1938), und wegen des anatomischen Gelenkaufbaues kann eine den geometrischen Achsen entsprechende Einzelbewegung wie etwa die Adduktion (Anheben des medialen Fußrandes = Bewegung um die

sagittale bzw. Fußlängsachse) nicht ohne Mitbewegung des Fußes in zwei weiteren geometrischen Achsen, hier um die vertikale bzw. Unterschenkellängsachse im Sinne einer Innenrotation und um die horizontale Querachse im Sinne einer Plantarflexion, ausgeführt werden. Nur im Zusammenwirken mit dem oberen Sprunggelenk können Einzelbewegungen um die drei geometrischen Hauptachsen ausgeführt werden. Die eigentliche Bewegung im unteren Sprunggelenk, zusätzlich unterstützt durch die Articulatio calcaneocuboides mit ihrer vorwiegend in Fußlängsrichtung verlaufenden Achse, besteht also aus der schon beschriebenen Kombination aus Adduktion, Innenrotation und Plantarflexion, im gegenteiligen Falle aus Dorsalflexion, Abduktion und Außenrotation.

Der von R. FICK für diese Bewegung vorgeschlagene Name hat sich nicht durchgesetzt, der Kürze halber werden heute hierfür vielfach die von der Hand auf den Fuß übertragenen Begriffe "Pronation" und "Supination" gebraucht, eine bei der Verschiedenheit der am Hand- und Fußgelenk ablaufenden Bewegungen nicht sehr glückliche Lösung. So wundert es nicht, daß die Begriffe Supination und Pronation bei den einzelnen Autoren unterschiedlich gebraucht werden, wie überhaupt festzustellen ist, daß, insbesondere im Vergleich einzelner Länder, eine erhebliche, fast hoffnungslose Verwirrung in der Bezeichnung natürlicher und pathologischer Bewegungen im Sprunggelenk herrscht; so schreiben z.B. WRIGHT, DESAI und HENDERSON 1964: "Considerable confusion exists in the terminology used to describe movements of the foot and its joints." Ursache hierfür sind sicher u.a. die komplizierten anatomischen Verhältnisse im unteren Sprunggelenk in Verbindung mit den sich z.T. mitbewegenden übrigen Fußgelenken (CHOPART'sches und LISFRANC'sches

Gelenk). Der amerikanische Autor Ph. LEWIN (1949) verwendet z.B. den Ausdruck "Supination" für eine Aufwärts- und Auswärtswendung der medialen Knochen (Ossa cuneiformia, Naviculare) des Mittelfußes, womit diese Bewegung nicht auf das ganze untere Sprunggelenk bezogen wird. Für die Anhebung des gesamten medialen Fußrandes gebraucht er den Begriff "Inversion" und für die gegenteilige Bewegung "Eversion". Hier kommen erhebliche Unterschiede im Sprachgebrauch der einzelnen Länder zum Ausdruck, die der dänische Autor Mogens GERNER-SMIDT 1963 in einer Übersicht zusammenstellte:

dänisch-deutsch	engl.-amerikanisch	französisch
Supination	Inversion	Adduction
Pronation	Eversion	Abduction
Adduktion	Inversion of heel	Adduction
Abduktion	Eversion of heel	Abduction
Eversion	External rotation	Rotation externe
Inversion	Internal rotation	Rotation interne
Plantarflexion	Plantarflexion	Flexion
Dorsalflexion	Dorsiflexion	Extension

Zu ergänzen ist, daß auch von diesem Schema abgewichen wird; so bezeichnet LEWIN die Außenrotation des Fußes um die Unterschenkellängsachse als Abduction, gelegentlich auch als Eversion. Diese Uneinheitlichkeit der Nomenklatur erschwert die Auswertung der Veröffentlichungen, und es kommt noch hinzu, daß einige der genannten Bewegungen wie etwa Adduktion und Abduktion im Sprunggelenk unphysiologische Bewegungen darstellen, wie ja überhaupt die pathologischen, bei Traumata vorkommenden Bewegungen schwer mit den physiologischen Bewegungen des Sprunggelenkes verglichen werden können.

Hiernach können zweierlei Arten von Bewegungen bei

einer einwirkenden Gewalt unterschieden werden:

a) In der Richtung physiologische (z.B. Dorsal- und Plantarflexion), in der Heftigkeit jedoch unphysiologische Bewegungen;

b) in Richtung und meist auch in Stärke unphysiologische Bewegungen wie etwa Abduktion und Adduktion.

Supination und Pronation sind komplizierte und zudem in den einzelnen Anteilen des unteren Sprunggelenkes uneinheitliche Bewegungen, die bei einem Trauma wohl kaum nachgeahmt werden, so daß die besonders im deutschen chirurgischen Schrifttum häufig gebrauchten Bezeichnungen "Pronations- und Supinationsbrüche" (HOLLE-SONNTAG 1960, STICH-BAUER 1958) ungünstiger sind als die Bezeichnungen "Abduktions- und Adduktionsfrakturen". So betont auch MEISSNER 1909, daß Pronation und Supination als Bewegungen des unteren Sprunggelenkes nur sekundär durch die Seitenbänder auf die Knöchel übertragen werden und dort im Sinne eines Abduktions- bzw. Adduktionsmechanismus zu den Verletzungen der Knöchel und Bänder führen.

LAUGE HANSEN verwendet die Bezeichnungen Supination und Pronation in seiner Klassifizierung nur für die Stellung des Fußes im Moment des Unfallereignisses, nicht für die Bewegungsmöglichkeiten.

In der vorliegenden Arbeit werden wie bei LAUGE HANSEN die folgenden, in Skandinavien und Deutschland üblichen Bezeichnungen gebraucht:

Eversion - Inversion	Außen- bzw. Innenrotation des Fußes um die vertikale Unterschenkellängsachse
Abduktion - Adduktion	Fibular- bzw. Tibialflexion des Fußes, bezogen vorwiegend auf den Rückfuß, um die sagittale Achse
Supination	kombinierte Bewegung aus Plantarflexion, Adduktion des Rückfußes und Inversion des Vorfußes

Pronation	kombinierte Bewegung aus Dorsalflexion, Abduktion des Rückfußes und Eversion des Vorfußes
Dorsal- und Plantarflexion	Bewegung um die horizontale Querachse des Sprunggelenkes.

D. Die Untersuchungen von LAUGE HANSEN

LAUGE HANSEN (1942, 1948) analysierte in seinem historischen Uberblick die Entwicklung der Kenntnisse sowie der Untersuchungs- und Behandlungsmethoden auf dem Gebiet der Malleolarfrakturen bis in die neueste Zeit. Er kam dabei wie zahlreiche andere Autoren zu einer insgesamt negativen Gesamtbewertung des Standes der Kenntnisse auf diesem Gebiet und beklagte besonders, wiederum in Einklang mit anderen Autoren dieser Zeit, die unbefriedigenden Behandlungsergebnisse. Nach seinem Literaturstudium faßte er 1940 zusammen:

1. Die Entstehungsweise der meisten Knöchelbrüche war noch unsicher und nicht genau bestimmt.
2. Die pathologische Anatomie der Knöchelbrüche war teilweise unbekannt.
3. Die marginalen Tibiabrüche und die Syndesmosenzerreißungen im Verhältnis zu den verschiedenen Knöchelbruchformen waren nach wie vor ein ungelöstes Problem.
4. Das Verhältnis der marginalen Tibiabrüche zu den Syndesmosenzerreißungen war nicht klargestellt.
5. Die Klassifizierung der Knöchelbrüche war mangelhaft; die Einteilung erfolgte nach uneinheitlichen Gesichtspunkten.
6. Eine ideale Repositionsmethode, die in Übereinstimmung mit der Natur des einzelnen Frakturtyps stand, war nicht gefunden worden.

Eine Klärung der noch offenstehenden genetischen Fragen und insbesondere der Rolle der Bänder im physiologischen und pathologischen Bewegungsablauf war bei der Kompliziertheit der anatomischen und

funktionellen Verhältnisse im Sprunggelenk nur mit Hilfe experimenteller und pathologisch-anatomischer Studien im Vergleich mit klinischen Untersuchungen möglich.

LAUGE HANSEN berichtete 1950 und 1954 über seine kombinierten experimentell-chirurgischen und experimentell-röntgenologischen Untersuchungen. Er unterschied hierbei zwischen der Stellung des Fußes im Moment des Frakturereignisses einerseits und der Richtung der einwirkenden Kraft andererseits, um auf diese Weise überschaubare experimentelle Bedingungen zu erhalten. Dabei ging er davon aus, daß der Spannungszustand der Bänder im Moment des Einwirkens der frakturerzeugenden Bewegung von der Stellung des Fußes abhängt, und daß dieser Spannungszustand der Bänder entscheidenden Einfluß auf die Reihenfolge der knöchernen Verletzungen und deren Form hat. Die Frakturen wurden an frischamputierten Beinen manuell erzeugt, wobei der Fuß mit Nägeln an der Unterlage fixiert und die Bewegungen mit dem Unterschenkel ausgeführt wurden. Zusätzlich wurde ein vertikaler Druck entsprechend dem beim Frakturereignis mitwirkenden Körpergewicht des Patienten ausgeübt.

Es stellte sich heraus, daß die überwiegende Zahl der in der Praxis zu beobachtenden Frakturformen auf 5 experimentell reproduzierbare Grundmechanismen zurückgeführt werden konnte, jeweils mit verschiedenen Schweregraden. LAUGE HANSEN benannte sie nach der Stellung des Fußes im Moment des Frakturereignisses und nach der Richtung der gewaltsamen Bewegung des Fußes:

1. Supinations-Adduktionsfrakturen (SA)
2. Pronations-Abduktionsfrakturen (PA)
3. Supinations-Eversionsfrakturen (SE)

4. Pronations-Eversionsfrakturen (PE)
5. Pronations-Dorsalflexionsfrakturen

1. Supinations-Adduktionsfraktur (SA): Der maximal supinierte Fuß wird einer auf den Rückfuß wirkenden forcierten Adduktion ausgesetzt. Dabei werden die lateralen Seitenbänder des Sprunggelenkes gespannt. Beträgt der Winkel der auf der Unterlage fixierten Fußsohle mit dem nach medial gebeugten Unterschenkel etwa 45 °, kommt es in einem Teil der Fälle zu einer Abrißfraktur im distalen Teil des Mall. ext., in einem anderen Teil der Fälle zu Bandrissen mit kleinen schalenförmigen Knochenausrissen aus der Spitze des Mall. ext. oder der Bandansatzstelle am Talus. Die Fraktur des Mall. ext. ist meistens distal lokalisiert und querverlaufend; die Insertionen der Seitenbänder befinden sich am distalen Fragment, das durch den Bandzug nach caudal disloziert wird. Nur in einem der Experimente war die Frakturlinie etwas oberhalb des Mall. ext., wenige Millimeter über der distalen Tibiagelenkfläche lokalisiert, doch auch hier horizontal verlaufend. Die bisher beschriebenen, von Fall zu Fall etwas wechselnden Verletzungsarten werden als Stadium I bezeichnet.
Nach dem Stadium I kann der Unterschenkel weiter gebeugt werden, wobei der Talus mit zunehmender Adduktion gegen den Mall. int. drückt. Erreicht der Druck zusammen mit dem Körpergewicht ein bestimmtes Maß, dann bricht der Mall. int. an seiner Basis ab, wobei die horizontale oder nach medial aufsteigende Bruchlinie eine Fortsetzung der distalen Tibiagelenkfläche bildet. Diese als Stadium II bezeichnete Verletzungsart wurde in den Experimenten mit großer Regelmäßigkeit gefunden. Nach Eintritt dieser Verletzung ist eine weitere Adduktion möglich, ohne daß noch knöcherne

Läsionen folgen, doch kann es entsprechend der in der lateralen Knöchelgegend zunehmenden Spannung zu ausgedehnten Zerreißungen der Gelenkkapsel und Hauteinrissen kommen. Die vordere und hintere distale Tibiakante sowie die Syndesmose bleiben intakt. Diese Frakturform ist identisch mit der "Adduktionsfraktur" der experimentellen Periode.

Abb. 3: Supinations-Adduktionsfraktur (ohne Dislokation) von vorn und lateral

2. Pronations-Abduktionsfraktur (PA): Der pronierte Fuß wird unter gleichzeitigem Druck in der Vertikalachse kräftig abduziert, wobei es unter zunehmender Spannung des Lig. deltoideum und gleichzeitig auch des Lig. tibiofib. ant. zu einer Abrißfraktur des Mall. int. mit horizontal verlaufender Frakturlinie kommt (Stadium I). Die Abduktion kann jetzt unter distaler und teilweise auch fibularer Dislokation des noch am Talus ligamentär befestigten distalen Malleolarfragmentes fortgesetzt werden.
Unter Verstärkung des vertikalen Druckes wird die Abduktion fortgesetzt; hierbei wird wiederum das Lig. tibiofib. ant. erheblich gespannt, ebenso auch das Lig. tibiofib. post. und das Lig. tibiofib. post. distale. Bei einem bestimmten Grad der Spannung reißen sie mit kleinen Knochenfragmenten aus dem antero-lateralen und dorso-lateralen bzw.

dorsalen Teil des distalen Tibiaendes ab. Sind diese Bänder abgerissen, werden weitere Bänder der Syndesmose angespannt (Membrana interossea, Lig. tibiofib. interosseum), wobei unter Seitwärtsdrängen des Mall. ext. durch den Talus, der eine gewisse Valgusposition einnimmt, der Syndesmosenspalt weitgestellt wird. Dies ist jedoch bei Nachlassen der abduzierenden Kraft reversibel. Diese Verletzung wird als Stadium II bezeichnet.

Bei Fortsetzung der Abduktion drängt der Talus den distalen Teil der Fibula, deren wichtigste ligamentäre Verbindungen zur Tibia distal zerrissen sind, weiter nach lateral, während Lig. tibiofib. interosseum, Lig. transversum cruris und Membrana interossea den proximalen Anteil der Fibula weiter an die Tibia fixieren. Es kommt zu einem Biegungsbruch der Fibula distal vom Ansatz der zuletzt genannten Bänder, etwa 0,5 - 1 cm oberhalb der distalen Tibiagelenkfläche, mit einer geraden oder etwas schrägen, nach lateral ansteigenden Frakturlinie, oft mit einem charakteristischen lateralen Biegungskeil (Stadium III).

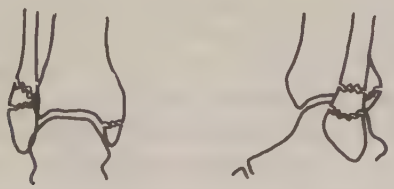


Abb. 4: Pronations-Abduktionsfraktur (ohne Dislokation) von vorn und lateral

3. Supinations-Eversionsfraktur (SE): In maximaler Supinationsstellung wird der Fuß einer Eversion unterworfen. Dabei drückt der Talus gegen die Fibula, die eine leichte außenrotierende Bewegung macht, und nach vorn gegen das Lig. tibiofibulare anterius. Dieses Band wird ebenso wie die Membrana interossea und die lateralen Seitenbänder erheblich gespannt. Wird der Druck zu stark, reißt das Lig. tibiofib. ant. aus dem Knochen mit Ausriß eines meist bohnengroßen schalenförmigen Fragmentes der Insertion an der Tibia oder Fibula aus. Bei weiterbestehendem Eversionsdruck rückt die Fibula einige Millimeter zur Seite, was mit "gehaltenen Aufnahmen" nachweisbar ist, und geht bei nachlassendem Druck in die normale Stellung zurück, da die Syndesmose nur im vorderen Teil verletzt ist, aber als solche intakt bleibt. Diese Verletzung wird als Stadium I bezeichnet.
Werden weiter Eversion und vertikaler Druck ausgeübt, wird der Mall. ext. in seinem vorderen Teil durch den Talus nach lateral gedrückt und außenrotiert. Dies ist um so mehr möglich, als das Lig. tibiofib. ant. bereits gerissen ist. Einer weiteren Lateralverschiebung und Außenrotation leisten jedoch das Lig. transversum cruris, das Lig. tibiofib. interosseum, das Lig. tibiofib. post. und die Membrana interossea Widerstand; diese Bänder werden angespannt. Wird der Druck zu stark, tritt ein schräg-spiraliger Bruch der Fibula ein, dessen Linie vom vorderen Teil des Mall. ext. nach dorsal und lateral aufsteigend in den dorsalen Teil der Fibula zieht und hier bis 6-7 cm oberhalb Gelenkhöhe reicht (Stadium II). Diese besondere Verlaufsform der Bruchlinie, die röntgenologisch am besten - manchmal ausschließlich - auf seitlichen Aufnahmen zu sehen ist, hat schon in früher Zeit Interesse erregt und verschiedene Bewertungen erhalten (Entstehung z.B. durch Biegung bei "Dorsalflexionsfrakturen", oder aber durch geringere Knochenfestigkeit in diesem Bereich im Sinne eines

"chirurgischen Halses"). Nach LAUGE HANSEN ist diese Frakturform dadurch zu erklären, daß es sich um eine Torsionsfraktur handelt und daß die Frakturlinie an der medialen Seite der Fibula einer Zone mit einem Mangel an Bandansätzen und damit einer geringeren Widerstandskraft entspricht; unmittelbar oberhalb dieser Linie liegen am proximalen Fragment die Ansätze mehrerer Bänder (Lig. transversum cruris, Lig. tibiofibulare interosseum, Membrana interossea), und am distalen Fragment inserieren das zerrissene Lig. tibiofib. ant., ferner das im dorsalen Teil des Fragmentes weit nach cranial reichende Lig. tibiofib. post., das Lig. tibiofib. post distale, das Lig. talofib. ant. et post. und das Lig. calcaneofibulare. Die craniale Bändergruppe hält den proximalen Teil der Fibula bzw. des Mall. ext. in normaler Lage zur Tibia, während der distale Teil infolge des Risses des Lig. tibiofib. ant. heftig nach lateral gedrückt und außenrotiert wird, bis es zur Fraktur in dieser Linie kommt. Stadium III: Bei Fortsetzung der Eversion und des Talusdruckes werden Außenrotation und laterodorsale Dislokation des distalen Fibulafragmentes und des Talus verstärkt, zusätzlich gerät der Talus in eine gewisse Valgusstellung mit Erweiterung des medialen Gelenkspaltes. Er steht in zunehmendem Maße nur noch mit dem dorsolateralen Teil der distalen Tibiagelenkfläche in Kontakt, wobei sich mit kleiner werdender Kontaktfläche der vertikale Druck an dieser Stelle verstärkt. Gleichzeitig setzen die an der distalen dorsalen bzw. dorsolateralen Tibialippe inserierenden Bänder, die den dorsalen Teil der Syndesmose bilden, der weiteren Bewegung des Talus nach dorsal und proximal ihren Widerstand unter Zug an den Knochenansätzen entgegen. Dieser Bandzug führt gemeinsam mit dem direkten vertikalen Talusdruck zu einer keilförmigen - in der late-

ralen Röntgenaufnahme dreieckförmig aussehenden - Fraktur des dorsalen Teils der distalen Tibialippe, häufig unter Einbeziehung der distalen Tibia-Gelenkfläche. Je nach der individuellen Art des Frakturereignisses variiert die Form und Größe des Fragmentes; bei Überwiegen der Abscherwirkung durch den Talusdruck entstehen größere Fragmente, bei Überwiegen des Bandzuges kleinere, gelegentlich nur schalenförmige Fragmente ohne Beteiligung des Gelenkes.

Stadium IV: Das abgerissene dorsale Fragment steht mit den Bändern, die an ihm ansetzen (Lig. tibiofib. post und Lig. tibiofib. post. distale) weiter in Verbindung; diese Bänder haben jedoch durch die Fraktur ihre Funktion verloren und können einer weiteren Eversion, einer dorsolateralen und sogar cranialen Subluxation sowie einer zunehmenden Valgusstellung des Talus keinen Widerstand mehr entgegensetzen, gleichzeitig fehlt nun auch der Widerstand durch die dorsale Tibialippe. Bei weiterer Eversion stößt der Talus mit seinem dorsomedialen oberen Teil an den dorsalen Teil des noch intakten Mall. int. mit nachfolgender Fraktur durch die Basis des Mall. internus.

Damit ist die letzte feste Verbindung zwischen Unterschenkel und Fuß zerstört, beide sind nur noch durch Weichteilgewebe, Sehnen und die äußere Haut miteinander verbunden, zumal auch große Teile der Gelenkkapsel zerrissen sind. Die Endstellung des Fußes ist variabel, bei meist erheblicher Außenrotationsstellung besteht gewöhnlich eine Valgusposition und eine laterodorsale Subluxation des Talus, teils mehr nach lateral und teils mehr nach dorsal gerichtet, wobei die distalen Fragmente beider Knöchel ihre ligamentäre Verbindung zum

Talus behalten und zusammen mit ihm in gleicher Richtung disloziert werden. Durch die gleichzeitige Außenrotation gelangen dabei der Mall. int. nach ventrolateral und andererseits der Mall. ext. nach dorsolateral, bei stärkerer Außenrotation auch nach dorsal hinter das dorsale Tibiaende. In mehreren Fällen kommt es zu einer völligen Luxation des Taluskopfes nach dorsal bzw. dorsolateral, danach auch nach cranial. Vorbedingung hierfür ist die Trennung der Verbindung zwischen Talus und Mall. int., sei es durch Fraktur, sei es durch Riß des Lig. deltoideum.
Diese Mechanismen wurden von LAUGE HANSEN in 18 Experimenten dargestellt, wobei sich als besonders konstant und charakteristisch die spiralige Fibulafraktur erwies (Stadium II). Die Variationsmöglichkeiten der Abrisse des Lig. tibiofib. ant. von seinen Ansätzen (Stadium I) wurden bereits erwähnt. Im Stadium III wechselten Größe und Form des dorsalen Fragmentes erheblich, in wenigen Fällen traten als Äquivalent dorsale Periostabrisse auf. Somit findet sich hier immer eine Verletzung, die eine Lockerung der Bandverbindung zum Mall. ext. zur Folge hat, als Voraussetzung für die im Stadium III meist vorliegende dorsolaterale Subluxation des Talus. Im Stadium IV traten in etwa gleicher Anzahl knöcherne und ligamentäre Verletzungen des Mall. int. auf.

Abb. 5: Supinations-Eversionsfraktur (ohne Dislokation) von vorn und lateral

4. Pronations-Eversionsfraktur (PE): In den Experimenten zur Erzeugung von Pronations-Abduktionsfrakturen wurde in einem Falle im Stadium II zusätzlich eine geringe Eversion ausgeübt; hierbei kam es zu ausgedehnten Zerreißungen in der Syndesmose und nachfolgend zu einer Fibulafraktur, die wegen dieser Bandläsionen etwas höher lokalisiert war als in den Fällen zuvor. Dies war ein Anlaß, Versuche mit Eversion des pronierten Fußes zu unternehmen, nachdem zuvor durch Abduktion eine Fraktur des Mall. int. erzeugt worden war. Das Stadium I gehört hierbei also den Pronations-Abduktionsfrakturen an.

Wird nun der weiter in Pronation gehaltene Fuß einer kräftigen Eversion unterworfen, reißen das Lig. tibiofib. ant., das Lig. transversum cruris und größere Teile des Lig. tibiofib. interosseum sowie der Membrana interossea mit größeren Knochenausrissen aus den tibialen Insertionen. Die Fibula wird außenrotiert und unter Weitstellung der Syndesmose, die nur noch im dorsalen Teil intakt ist, nach laterodorsal gedrängt; der Talus ist zusammen mit dem abgerissenen Mall. int. nach lateral subluxiert und in Valgusposition gekippt (Stadium II).

Bei Fortsetzung der bisherigen Bewegungsmomente drückt der Talus gegen den vorderen Teil der Fibula und rotiert die Fibula nach außen; die Außenrotation ist wegen des Syndesmosenrisses im vorderen Teil jetzt leichter möglich, die Fibula dreht sich hierbei um die intakten dorsalen Bänder der Syndesmose wie um eine Angel. Eine stärkere Rotation und laterale Verschiebung der Fibula verhindern die intakt gebliebenen Teile der Membrana interossea etwa an der Grenze vom unteren zum mittleren Fibuladrittel. Hier entsteht eine Torsionsfraktur. Danach verstärken sich Valgusstellung, dorsolaterale Subluxation und Außenrotation des Talus

mit Weitstellung der Syndesmose (Stadium III). Der Talus drückt nun, nachdem er durch die Fibulafraktur weiter an Halt verloren hat, gegen die dorsolateralen Teile der distalen Tibia-Gelenkfläche, gleichzeitig werden die vom Mall. ext. zum dorsalen distalen Tibiaende ziehenden Bänder erheblich gespannt. Teils durch diesen Bandzug, teils durch Talusdruck kommt es zur Fraktur im dorsalen distalen Tibiaende, z.T. mit ausgedehnteren Periostausrissen. Die Subluxation des Talus kann sich nun bis zur totalen dorsolateralen oder dorsalen Luxation verstärken. Die Bänder der Syndesmose sind bis auf Teile des Lig. tibiofib. interosseum zerrissen oder mit ihren Ansätzen aus den Knochen ausgerissen. Auch große Teile der Gelenkkapsel sind, je nach dem Grad der Luxation, zerrissen; nur noch Weichteilgewebe, Sehnen und äußere Haut verbinden den Fuß mit dem Unterschenkel (Stadium IV).

Abb. 6: Pronations-Eversionsfraktur (ohne Dislokation) von vorn und lateral

In einzelnen Fällen kann der Taluskopf nach cranial zwischen Tibia und Fibula treten (sogenannte zentrale Luxation), hierbei ist die gesamte Syndesmose zerrissen. In den Experimenten zeigte sich an einem Fall, daß bei höherreichendem Riß der Bänder (Membrana interossea) auch die Fibulafraktur höher lokalisiert ist.

Experimentell sind auch durch Inversion des supinierten und des pronierten Fußes Frakturen zu erzeugen, "Supinations-Inversionsfrakturen" und "Pronations-Inversionsfrakturen", die jedoch keine praktische Bedeutung haben und bei der Auswertung von Krankengut zahlenmäßig bedeutungslos sind.

b. Pronations-Dorsalflexionsfrakturen: LAUGE HANSEN (1953) sieht hierin eine charakteristische Frakturform, die besonders bei Sturz aus großer Höhe durch gewaltsame Dorsalflexion des pronierten Fußes entsteht. Aus Beschreibungen früherer Autoren und aus eigenen pathologisch-anatomischen Untersuchungen entsprechender Fälle ergibt sich als erste Verletzung (Stadium I) eine Fraktur der Basis des Mall. int., bedingt durch eine Keilwirkung des gewaltsam von unten in die Knöchelgabel gepreßten Talus. Der Talus verlagert danach seine Stoßrichtung durch die Dorsalflexion auf die ventrale Tibiakante mit Abbruch und Dislokation derselben nach vorn, gelegentlich auch nach cranial (Stadium II). Wirkt die Gewalt bei hoher kinetischer Energie fort, kann es noch zu einer supramalleolären Fibulafraktur (Stadium III) und danach zu einer Querfraktur des distalen Teils der Tibia, die in gleicher Höhe wie der proximale Rand des vorderen Fragmentes lokalisiert ist, kommen (Stadium IV).
Die Gruppe der Pronations-Dorsalflexionsfrakturen spielt quantitativ eine untergeordnete Rolle und wird daher in den Statistiken meistens nicht berücksichtigt, wahrscheinlich auch wegen der fließenden Übergänge dieser Frakturform zu den supramalleolären Frakturen und Trümmerfrakturen, die den Rahmen dieser Klassifizierung überschreiten und nicht mehr den eigentlichen Malleolarfrakturen zuzurechnen sind; die Malleolarfrakturen können somit bis auf einen

kleinen Teil in 4 Gruppen eingeteilt werden.

LAUGE HANSEN setzte sich kritisch mit den röntgenologischen Untersuchungsmethoden auseinander (1950,1954). So legte er dar, daß die von CHAPUT angegebene "ligne clair" sich, wie schon von anderen Autoren festgestellt, in der Praxis nicht bewährt. Es kommt dagegen, insbesondere bei den a.p.-Aufnahmen zur Beurteilung der Malleolargelenkflächen und der Syndesmosenweite, auf eine optimale und konstant verwendete Fußstellung an, nach LAUGE HANSEN in Innenrotation des Beines von 23 °; zusätzlich muß nun der Fuß, wenn eine sichere knöcherne Verletzung oder eine Diastase der Syndesmose nicht erkennbar ist, mit Hilfe von "gehaltenen Aufnahmen", d.h. in Abduktions-, Adduktions- oder Außenrotationsstellung untersucht werden. Hierbei sind in vielen Fällen rein ligamentäre Verletzungen am vergrößerten Knochenabstand nachweisbar. Dies gilt jeweils für das erste Stadium der vier großen Frakturgruppen nach LAUGE HANSEN (SA, PA, SE, PE), die als "ligamentäre Frakturen" (LAUGE HANSEN 1949) auftreten können, häufig nicht nachgewiesen werden und doch ernsthafte Verletzungen mit der Gefahr bleibender Schäden darstellen. Zu den rein ligamentären Verletzungen, also den "ligamentären Frakturen" LAUGE HANSEN's, kann in manchen Fällen auch die PE Stadium II gehören; ferner wird mit den gehaltenen Aufnahmen die Luxatio supinatoria nachgewiesen. In systematischen Untersuchungen von "Distorsionen" fand LAUGE HANSEN 1954 zahlreiche solcher ligamentären Frakturen und rechnet nach diesen Erfahrungen damit, daß etwa 20 % der ligamentären Frakturen unerkannt bleiben, was sich durch dauernde Instabilität des Sprunggelenkes im Sinne einer habituellen Luxation (GUTTNER) verhängnisvoll auswirken kann.

LAUGE HANSEN wertete die Röntgenbilder von 2.6 Malleolarfrakturen bei Erwachsenen aus und klassifizierte sie nach dem von ihm erarbeiteten Prinzip. Mit 3 Ausnahmen konnten die Frakturformen eingeordnet werden, bei den Ausnahmen lagen eine Fraktur vom beschriebenen Pronations-Dorsalflexions-Typ und zwei Frakturen durch direkte Gewalteinwirkung vor. Wichtigstes Unterscheidungsmerkmal war die für die einzelnen Gruppen besonders charakteristische Form der Fibulafraktur.

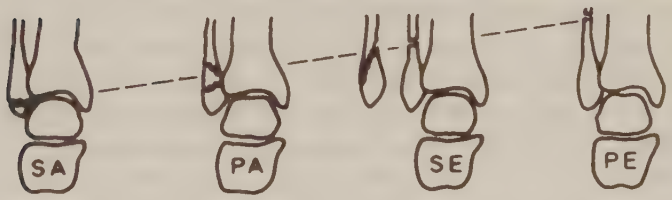


Abb. 7: Charakteristische Lokalisation und Form der Fibulafraktur bei den vier Frakturtypen der genetischen Klassifizierung (nach REIMERS)

So war es möglich, alle vorkommenden Malleolarfrakturen auf 4 experimentell reproduzierbare Grundtypen zurückzuführen und in jeweils 2 - 4 Stadien, zusammen 12 Formen, einzuteilen. Die von LAUGE HANSEN gefundene prozentuale Häufigkeit der einzelnen Formen ist aus Tabelle 2 ersichtlich.

E. Eigene Erfahrungen mit der genetischen Klassifizierung von LAUGE HANSEN bei der Auswertung von 310 Malleolarfrakturen des Städtischen Auguste-Victoria-Krankenhauses Berlin-Schöneberg

Von 310 stationär behandelten Patienten aus den Jahren 1960 bis 1964 wurden Röntgenbilder und Krankengeschichten ausgewertet. Es handelte sich um ein unausgewähltes Patientenkollektiv, das der Großstadtbevölkerung Berlins entsprach.
Von den 310 Malleolarfrakturen ließen sich 299 in die 4 Gruppen von LAUGE HANSEN einordnen; die Aufteilung zeigt die Tabelle 1:

	Stadium				
	I	II	III	IV	gesamt
SA	14 (4,5%)	15 (4,8%)			29 (9,3%)
PA	10 (3,2%)	8 (2,6%)	30 (9,7%)		48 (15,5%)
SE		36 (11,6%)	22 (7,1%)	107 (34,5%)	165 (53,2%)
PE		3 (1,0%)	17 (5,5%)	37 (11,9%)	57 (18,4%)
ne					11 (3,6%)

Tab. 1: Aufteilung der 310 Malleolarfrakturen nach der Klassifizierung von LAUGE HANSEN

Die prozentuale Häufigkeit der einzelnen Fraktur-

typen im ausgewerteten Krankengut zeigt Abb. 8.

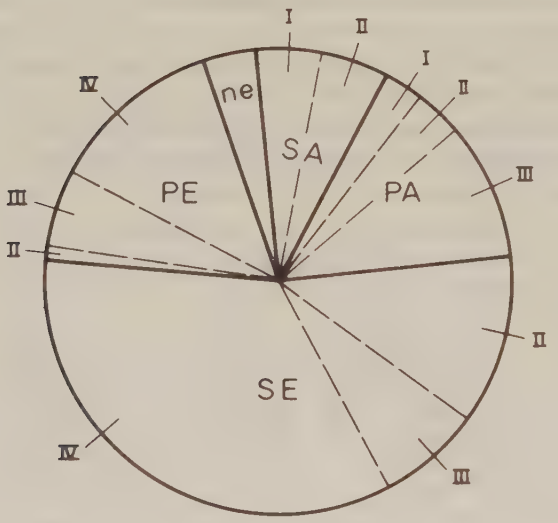


Abb. 8: Prozentuale Häufigkeit der Frakturgruppen

In der Auswertung wurden schwere, durch direkte Gewalt entstandene gelenknahe Unterschenkeltrümmerfrakturen mit Beteiligung des oberen Sprunggelenkes nicht berücksichtigt, da hier durch die hohe kinetische Energie und die direkte Art der Einwirkung andere Entstehungsmechanismen wirksam waren und eine Ausbildung der sonst typischen Formen nicht zu erwarten ist. Fälle von direkter Frakturentstehung, bei denen die Frakturen auf den Bereich des Sprunggelenkes beschränkt geblieben sind, sind mitausge-

wertet worden, teilweise finden sie sich dann unter der Gruppe "nicht einzuordnen (ne)".
Die nicht einzuordnenden 11 Fälle gliedern sich folgendermaßen auf:

- 4 atypische Frakturen bei direktem Trauma
- 4 sonstige atypische Frakturformen bei indirekter Entstehung
- 1 atypische Epiphyseolyse mit dorsalem Dreieck oberhalb der Epiphysenlinie
- 1 veraltete und deshalb nicht mehr sicher zu beurteilende Fraktur
- 1 Fraktur, die nach LAUGE HANSEN als Pronations-Dorsalflexionsfraktur Stad. III bezeichnet werden kann.

Bei der Einordnung kann die Unterscheidung zwischen einer Pronations-Eversionsfraktur und einer Pronations-Dorsalflexionsfraktur gelegentlich schwierig sein, besonders wenn sich eine Fraktur im vorderen Teil des Mall. int. mit nach vorn ansteigender Frakturlinie findet, die in Verbindung mit einem vorderen VOLKMANN'schen Dreieck stehen kann. 2 derartige Fälle unseres Krankengutes wurden wegen der in charakteristischer Form vorliegenden Verletzung der Fibula und Syndesmose den PE zugeordnet, jedoch war hier ein zusätzlicher Dorsalflexionsmechanismus anzunehmen, zumal auch die Anamnese (Treppensturz) und eine gleichzeitige ventrale Talusluxation auf einen solchen Dorsalflexionsmechanismus hinwiesen. Therapeutisch stellen solche Fälle ebenso wie die eigentlichen Pronations-Dorsalflexionsfrakturen ein Problem dar und erfordern wegen der Neigung zu sekundärer Frakturverschiebung und der Hartnäckigkeit der ventralen Subluxation des Talus praktisch immer operative Maßnahmen (T.B. KRISTENSEN 1949, L. BÖHLER 1957). In einem dieser beiden Fälle

war wegen schlechter Hautverhältnisse eine notwendige operative Behandlung nicht möglich; das Endergebnis war schlecht, es stellte sich eine schwere sekundäre Arthrose ein.

Die Tabelle 2 zeigt eine gute Übereinstimmung in der prozentualen Aufteilung der Malleolarfrakturen, die von mehreren Autoren nach der Klassifizierung von LAUGE HANSEN durchgeführt wurde; nur die Zahlenwerte von KRISTENSEN (1956) weichen etwas ab, was er darauf bezieht, daß es sich hierbei um eine vorwiegend ländliche Bevölkerung gehandelt hat; gleichfalls aus dem Rahmen fallen die Zahlenwerte LAUGE HANSEN's von 1948. Hier handelt es sich wie bei KRISTENSEN um eine vorwiegend ländliche Bevölkerung; es kommt jedoch noch hinzu, daß hier bei einem bestimmten Patientenkollektiv systematisch und gezielt nach ligamentären Frakturen gesucht wurde, die sonst in einer solchen Aufstellung fast nicht erscheinen; sie stellen hier ein Drittel der Fälle und gehören zu einem großen Teil den SA an, womit deren relative Häufigkeit in dieser Aufstellung erklärt wird.

Gewisse Schwankungen der Zahlenwerte sind zu erwarten, wenn man die Unterschiedlichkeit des jeweiligen Krankengutes, die nicht sehr hohen Zahlen der ausgewerteten Fälle und die individuell sicher etwas unterschiedliche Deutung zweifelhafter Fälle durch den Betrachter berücksichtigt. So gibt es z.B. einzelne Fälle von Eversionsfrakturen Stadium IV, die nach der Höhe des Sitzes und nach der Form der Fibula - fraktur eine Art Mittelstellung zwischen SE und PE mit fließenden Übergängen zu beiden Formen einnehmen; dies würde auch den Bedingungen bei der Frakturentstehung entsprechen, wo alle Fußhaltungen möglich sind, u.a. auch einmal eine Mittelstellung

zwischen Pronation und Supination. Es ist also zu erwägen, ob es sich hier um einige Fälle von reinen Außenrotations- (Eversions-) Frakturen handeln könnte.

Autor	Zahl der Fälle	SA (in %)	PA (in %)	SE (in %)	PE (in %)	Rest (in %)
Lauge-Hansen, 1942	309	15,5	6,0	68,6	8,3	1,6
Lauge-Hansen 1948	106	35,8	17,0	33,0	14,0	(0,2)
Lauge-Hansen 1952	228	16,0	5,0	71,0	7,0	1,0
Kristensen 1956	200	14,0	17,0	42,0	23,0	(4,0)
Kristensen 1963	469	11,0	15,0	59,0	13,0	(2,0)
Reimers 1953	209	14,0	10,0	62,0	7,0	(7,0)
Widén	216	9,5	12,5	66,5	7,0	(4,5)
Bolin 1961	?	≈ 15	≈ 5	≈ 65	≈ 10	≈ 5
Dinstl und Spängler 1963	189	10,1	27,5	45,5	12,7	4,2
Bengtson 1962	200	9,5	17,5	59,0	12,0	2,0
eigene	310	9,3	15,5	53,2	18,4	3,6

Tab. 2: Aufteilung der Malleolarfrakturen, klassifiziert nach LAUGE HANSEN, im Vergleich mehrerer Autoren

Das interessante Problem der Verteilung der Malleolarfrakturen nach Alter und Geschlecht wurde schon früher untersucht. MAGNUSSON (1945) kam zu dem Ergebnis, daß die männlichen Patienten an Zahl deutlich überwiegen, daß andererseits jedoch das Alter zum Zeitpunkt des Frakturereignisses bei den Frauen im Durchschnitt höher liegt, so daß nach dem 50. Lebensjahr die weiblichen Patienten häufiger betroffen sind. Das gleiche stellten auch ECKE und SIADAT POUR (1966) fest, wobei allerdings hier auch in der Gesamtzahl die weiblichen Patienten mit 56 % überwogen. Demgegenüber dominieren bei EUFINGER (1949) die männlichen Patienten mit 70 %. LAUGE HANSEN (1942) fand bei 228 Fällen ein Verhältnis von männlichen zu weiblichen Patienten von 1,1 : 1, wobei auch hier vom 45. Jahr ab ein leichtes Überwiegen der weiblichen Patienten festzustellen war. Dies steht in Übereinstimmung mit der Feststellung von BRUNS (1886), daß von Frakturen aller Art mit zunehmendem Alter besonders Frauen betroffen werden, und zwar wegen der besonders bei ihnen im Alter abnehmenden Biegungsfestigkeit der Knochen. K. BENGTSON fand bei ihrer Auswertung von 200 Malleolarfrakturen in Berlin 65,5 % weibliche Patienten; die vorliegende Auswertung von 310 Malleolarfrakturen, ebenfalls in Berlin, ergab einen Anteil weiblicher Patienten von 67,4 %. Besonders auffällig ist bei diesen 310 Berliner Fällen der hohe Anteil weiblicher Patienten in der Gruppe der SE (73 %) und hier besonders im Stadium IV (78 %). Das Durchschnittsalter z.Zt. des Frakturereignisses lag bei den männlichen Patienten bei 42 2/3 Jahren, bei den weiblichen Patienten dagegen bei 57 2/3 Jahren. Tab. 3 und Abb. 9 sollen dies verdeutlichen.

Alter in Jahren	ges. ♀	SA ♀	PA ♀	SE ♀	PE ♀	ne	ges. ♂	SA ♂	PA ♂	SE ♂	PE ♂
11-20	3	1	0	1	0	2	14	6	5	1	1
21-30	8	0	1	4	3	2	20	0	6	11	1
31-40	12	1	3	6	2	1	14	1	2	8	2
41-50	34	1	3	22	7	2	8	2	2	2	1
51-60	48	2	3	36	7	0	23	2	4	13	4
61-70	64	6	10	31	15	3	18	3	1	7	6
71-80	32	4	6	15	6	1	4	0	1	2	1
81-90	8	0	1	6	1	0	0	0	0	0	0
gesamt	209	15	27	121	41	11	101	14	21	44	16

Tab. 3: Aufteilung der 310 Malleolarfrakturen nach Alter und Geschlecht

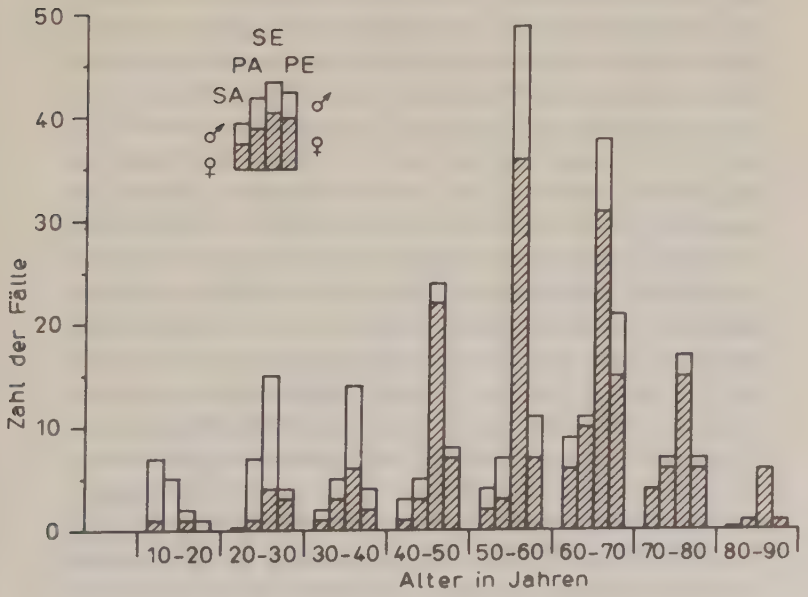


Abb.9: Darstellung der Zahlenwerte von Tab. 3

DINSTL und SPÄNGLER (1963) ermittelten bei 189 Malleolarfrakturen in Wien ein noch höheres Durchschnittsalter, besonders bei den Patientinnen, und ein Überwiegen der weiblichen Patienten bei den Malleolarfrakturen mit etwa 75 %. Weniger die absoluten Wert des Durchschnittsalters, die durch das insgesamt höher Durchschnittsalter der Berliner - und wohl auch der Wiener - Bevölkerung mitbedingt sind, sind von Bedeutung als der Unterschied im Frakturalter zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht. Dies war, wenn auch nicht so deutlich, schon in den Zahlen von LAUGE HANSEN aufgefallen, und er verglich, um zur Klärung dieser Frage beizutragen, Zahlenwerte der Stadt- und Landbevölkerung. Hierbei stellte er, ebenso wie auch KRISTENSEN, einen deutlich geringeren Anteil der SE bei der Landbevölkerung fest. Der Schluß liegt nahe, daß die höhere Anfälligkeit der in der Stadt lebenden Frauen gegen Malleolarfrakturen und besonders gegen SE auf eine erworbene andersartige Beschaffenheit des Fußes zurückgeht. Hierbei spielt die abnehmende Beweglichkeit des Fußgelenkes, die schon im Normalfalle vor (LAUGE HANSEN) oder mit dem 40. Lebensjahr (LANZ-WACHSMUTH 1938) beginnt, eine Rolle. Diese Abnahme der Beweglichkeit mit der daraus resultierenden geringeren Anpassungsfähigkeit des Sprunggelenkes an abnorme Bewegungen und der deshalb höheren Frakturanfälligkeit wird nach Ansicht von LAUGE HANSEN durch das bei der Stadtbevölkerung häufigere Tragen von Schuhen mit hohen Absätzen begünstigt. Zusätzlich ist hier noch zu fragen, inwieweit nicht ganz allgemein die im normalen Stadtleben weniger beanspruchten Bänder und Knochen bei Gewalteinwirkung eine geringere Widerstandskraft zeigen. Betrachtet man bei unseren Fällen die Anamnesen, so wurden die - häufig schweren - Frakturen in der überwiegenden

Zahl durch undramatische Ereignisse wie Ausgleiten oder Stolpern ausgelöst; GIEBEL (1965) stellte bei 48 % der Frakturen eine "alltägliche, verhältnismäßig kleine Gelegenheit" als auslösendes Ereignis fest. Diese Tatsachen werfen Fragen zu dem Problem der Genese und der besonderen Entstehungsbedingungen der Malleolarfrakturen auf, die jedoch zur Zeit mangels entsprechender gezielter Untersuchungen noch nicht beantwortet sind.

Behandlung und Behandlungsergebnisse der Malleolarfrakturen

Die Behandlung der Malleolarfrakturen hat die möglichst genaue Wiederherstellung normaler anatomischer Verhältnisse zum Ziel, da es sich bei den Knöchelbrüchen um Gelenkbrüche handelt. Die bei Verbleiben einer geringen Frakturverschiebung oft zunächst nicht schlechten Resultate dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß der Prozentsatz einer sekundären Arthrose als Spätfolge erheblich ist, besonders bei den Eversionsfrakturen (MAGNUSSON 1945, BOLIN 1961). Wenn kleine Inkongruenzen oder Stufen im Gelenk, die sich durch oberflächlichen Knorpelabschliff ausgleichen, als relativ harmlos angesehen werden, dann ist zu bedenken, daß sich der Gelenkknorpel gerade von der Oberfläche her regeneriert (OTTE 1965) und daher auf die Dauer gesehen durch solche Abschliffe schwer geschädigt wird.
Die Wiederherstellung normaler anatomischer Gelenkverhältnisse ist immer einerseits von einer exakten Reposition und andererseits von einer zuverlässigen Immobilisation der Fraktur abhängig. Diese beiden Probleme waren Gegenstand stetiger ärztlicher Bemühungen, wobei konservative Methoden, schon wegen

der Begrenztheit operativer Möglichkeiten im Vergleich zu der hohen Erkrankungszahl, in der Praxis der Frakturbehandlung weitaus im Vordergrund standen. Im 19. Jahrhundert stellten operative Maßnahmen eine absolute Ausnahme dar, besonders wegen der gefürchteten Infektion des Gelenkes. Hauptanlaß zur Operation war dabei oft das Mißlingen der Immobilisation, seltener das Mißlingen der Reposition mit konservativen Methoden. Die zuerst angewandten operativen Maßnahmen waren noch als indirekt zu bezeichnen und zeigten die Scheu vor dem Gelenk selbst: Extensionsbehandlung in verschiedener, z.T. auch heute gebräuchlicher Form (L. BÖHLER), Beseitigung von interponiertem Gewebe in Frakturspalten (PELS-LEUSDEN 1905), ferner auch die zur Verminderung einer cranialen Verschiebung eines großen hinteren VOLKMANN'schen Dreieckes gelegentlich empfohlene Durchschneidung der Achillessehne (MEISSNER 1908), die sich verständlicherweise als Behandlungsmethode nicht durchsetzen konnte. Die Verschraubung von Fragmenten geht auf LAMBOTTE (1913) zurück. Von weiteren Methoden seien u.a. die Drahtnaht (v.BRANDIS 1934) und die perkutane Nagelung von Fragmenten (FELSENREICH 1929, SALEM 1949) genannt.

Die grundsätzlichen Ansichten über die Frage, ob und in welchem Umfange man die konservative Therapie durch operatives Vorgehen ersetzen soll, sind heute uneinheitlich; sie reichen von der Befürwortung eines vorwiegend konservativen und nur in Ausnahmefällen operativen Vorgehens (z.B. J. BÖHLER 1965) bis hin zur Befürwortung eines nach Möglichkeit prinzipiell operativen Vorgehens, wie es besonders durch die Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese vertreten wird. Es überwiegt jedoch die Auffassung, die Malleolarfrakturen bis auf Ausnahmefälle primär konservativ zu behandeln und operative Maßnahmen nur dann anzuwenden, wenn eine Reposition oder Immobili-

sation mit konservativen Mitteln nicht gelingt oder wenn die Fraktur zu einer prognostisch ungünstigen Frakturgruppe gehört.

Die konservativen Behandlungsmethoden konnten durch die Zunahme der Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der Malleolarfrakturen ebenso wie die operativen Methoden vervollkommnet werden. Hier ist u.a. die "genetische Reposition" von LAUGE HANSEN und KRISTENSEN zu nennen. Dieses 1952 veröffentlichte Prinzip besteht darin, daß zuerst röntgenologisch die exakte genetische Diagnose gestellt wird, dann die Fraktur durch manuelle Nachahmung des Frakturmechanismus gelockert wird und zuletzt die Reposition als Umkehrung des der Fraktur zugrundeliegenden Bewegungsmechanismus erfolgt. Für jede Frakturgruppe der Klassifizierung von LAUGE HANSEN ergibt sich so ein spezifisches Repositionsmanöver. Über die Erfolge dieser Methode, die in Nachuntersuchungen im Vergleich mit einer in bisheriger Weise konservativ behandelten Patientengruppe geprüft wurden, berichtete KRISTENSEN 1956. Auch unter Berücksichtigung der Schwierigkeit, ein absolut genaues Kriterium für den Erfolg der Frakturbehandlung zu finden, kam KRISTENSEN bei der Auswertung zu einer sehr günstigen Beurteilung der genetischen Reposition; u.a. fand er bei der Nachuntersuchung von 194 Patienten nach genetischer Reposition in 80,3 % der Fälle Beschwerdefreiheit, während sich von 179 Patienten, die in bisheriger Weise an dänischen Krankenhäusern konservativ behandelt worden waren, nur 57,5 % als symptomfrei erwiesen.

Auf der Basis der genetischen Klassifizierung nach Schweregraden empfahlen LAUGE HANSEN und KRISTENSEN

für die einzelnen Frakturtypen jeweils bestimmte Zeiten der Fixation im Gipsverband, und zwar für den ersten Schweregrad 4-5 Wochen, für den zweiten 5-6, für den dritten 7-8 und für den vierten Schweregrad 9-10 Wochen.

Für die operative Behandlungsmethode waren einige neuere Erkenntnisse von wesentlicher Bedeutung:

1. Die Wiederherstellung der regelrechten Form und Weite der Knöchelgabel hängt weniger vom Mall. int. als von der Fibula ab, die mit der Syndesmose eine funktionelle Einheit bildet. Die große Wichtigkeit der Fibula in der Statik des Knöchelgelenkes und damit auch bei den Knöchelbrüchen wurde zwar schon früher betont (v. BRANDIS 1939, DANIS 1949, G. HOHMANN 1950, STURZENEGGER 1954), jedoch erst in neuerer Zeit allgemein anerkannt, besonders auf Grund der Untersuchungen von WILLENEGGER und B. G. WEBER. Möglicherweise hat früher die Tatsache, daß die Fraktur der Fibula bzw. des Mall. ext. auch bei nicht idealer Stellung eine ausgezeichnete Heilungstendenz zeigt, zur Vernachlässigung dieser Fibulafrakturen verleitet. Wichtig ist jedoch, daß mit dem distalen Fibulafragment auch der Talus zur fibularen Seite abweichen kann, wodurch es über eine Inkongruenz der Gelenkflächen von Talus und Tibia mit erheblicher Verkleinerung des Berührungsareales (WILLENEGGER 1961) zu einer wesentlichen Mehrbelastung des Gelenkknorpels und damit zu einer Arthrose kommt. Bei entsprechenden Fällen kann man also nicht nur durch eine Fixation der Syndesmose, sondern auch durch eine Nagelung der Fibula sofort stabile Gelenkverhältnisse erzielen; dies gilt in besonderem Maße für die SE, bei denen durch Fixation des distalen Fibulafragmentes an den proximalen, durch intakte Bänder der Syndesmose regelrecht lokalisierten Fibulaanteil die Funktion der Fibula als Leitstab für

das Gesamtgelenk wiederherzustellen ist (STURZENEGGER, WILLENEGGER). Hiermit kann der Tendenz des Talus, nach der primären Reposition wieder eine Valgusposition einzunehmen, begegnet werden. WEBER (1966) sieht in dieser Tendenz des Talus auch die Hauptursache der Pseudarthrose des Mall. int. und unterstreicht damit die Bedeutung einer Stabilisierung der Fibulafraktur.

2. Der Abbruch eines größeren vorderen VOLKMANN'schen Dreiecks, etwa im Rahmen einer Pronations-Dorsalflexionsfraktur, erfordert praktisch immer eine operative Fixation, die am besten mit einer Schraube erreicht werden kann. Bei dem hinteren VOLKMANN'schen Dreieck entscheiden Sitz und Größe über die zu treffenden Maßnahmen. Kleine Fragmente, die nicht die distale Tibiagelenkfläche beteiligen, spielen selbst bei erheblicher Dislokation eine untergeordnete Rolle; das gleiche gilt erfahrungsgemäß auch für Fragmente, die weniger als 1/4 - 1/5 der Gelenkfläche (WILLENEGGER und WEBER 1963) einnehmen; zu bedenken ist allerdings, daß mit diesen Fragmenten dorsale Bänder der Syndesmose ihren Ansatz verloren haben. Größere Fragmente bereiten häufig bei der konservativen Reposition Schwierigkeiten bzw. neigen zur sekundären cranialen Verschiebung im Gipsverband, da durch den Zug der großen Unterschenkelmuskeln über den Talus ein nach cranial gerichteter Druck auf die distale Tibiagelenkfläche ausgeübt wird. Wegen der Gefahr der sekundären Dislokation im Gipsverband sollte ein großes hinteres VOLKMANN'sches Dreieck möglichst immer primär operativ fixiert werden. Die kritische Grenze der Fragmentgröße, beurteilt nach der seitlichen Röntgenaufnahme, wird von REIMERS (1957), etwas anders als von WILLENEGGER und WEBER, mit 1/3 der Gelenkfläche der Tibia angegeben.

3. Die Fraktur des Mall. int. zeigt im Gegensatz zu

derjenigen des Mall. ext. häufig eine erhebliche Dehiszenz und damit eine schlechtere Heilungstendenz. Hierfür wurden folgende Ursachen festgestellt:

a) Interposition von Periost, von Faszienanteilen und sonstigem Weichteilgewebe sowie von Knochen- und Knorpelstückchen in den Frakturspalt des Mall. int. (BRUNS 1886, L. BÖHLER, BECK, REIMERS)
b) Zug des Lig. deltoideum, insbesondere bei Valgusstellung des Talus (WITT 1952, KONG 1951)
c) Verdrehung, Verhakung oder Abkippen des Malleolarfragmentes (REIMERS und andere)
d) seltener eine Interposition der Sehne des M. flexor digitorum longus (STOBER 1957) oder des M. tibialis post. (L. BOHLER 1957).

Eine Beseitigung dieser Repositionshindernisse, die man mit einer Fixation des Mall. int. durch Verschraubung verbinden wird, ist zur Verhinderung einer Pseudarthrose des Mall. int. unbedingt erforderlich.

Die Behandlung der 310 Patienten des Städt. Aug.-Vict.-Krankenhauses Berlin-Schöneberg bestand in der Regel aus primärer konservativer Reposition der Fraktur unter Röntgenkontrolle und Fixation durch aufgeschnittenen Unterschenkelgipsverband. Die Dauer der Fixation im Gipsverband richtete sich nach der Art bzw. Schwere der Verletzung und nach dem Heilungsverlauf. Die Regel, die Dauer der Gipsbehandlung nach dem Frakturstadium gemäß der LAUGE HANSEN'schen Klassifizierung zu richten, wie LAUGE HANSEN empfiehlt, konnte in der Praxis nicht immer eingehalten werden, da bei der Wahl der Behandlungsdauer noch folgende Faktoren berücksichtigt werden mußten:

1. Allgemeine klinische Gesichtspunkte wie Alter und Kräftezustand der Patienten, eventuelle Allgemeinerkrankungen.

2. Besonderheiten der einzelnen Frakturen (Form, Sitz und Größe sowie eventuelle Zertrümmerung der Fragmente) und des Heilungsverlaufes (z.B. offene Frakturen, sekundäre Frakturverschiebungen, SUDECK'sche Dystrophie).
3. Der Grad der Dislokation der Fragmente und der Talusluxation nach dem Frakturereignis; denn erhebliche Verschiebung der Fraktur und Talusluxation sind gleichbedeutend mit ausgedehnten Zerreißungen der Gelenkkapsel und der Bänder, mit Weichteilschwellungen und Hämatomen, eventuell auch mit örtlichen Blutzirkulationsstörungen und mit traumatischer Schädigung des Gelenkknorpels; erfahrungsgemäß neigen solche Frakturen häufiger zu erneuter Verschiebung im Gipsverband, zu verzögerter Heilung des Mall. int. und zur Ausbildung einer posttraumatischen Arthrose.
4. Die Zugehörigkeit der Fraktur zu einer ungünstigen Gruppe der Klassifizierung von LAUGE HANSEN wie den Pronations-Eversionsfrakturen oder den Pronations-Dorsalflexionsfrakturen (WILLENEGGER, MAATZ, BENGTSON); diese Gruppen erfordern von vornherein eine besondere Aufmerksamkeit und eventuell andere Behandlungsmethoden zur Verhinderung der hier häufiger auftretenden Komplikationen.

Errechnet man die durchschnittliche Dauer der Gipsbehandlung aller 310 Patienten des Aug.-Vict.-Krankenhauses, so ergibt sich mit höherem Schweregrad der Fraktur eine längere Zeit, wie aus Tabelle 4 hervorgeht.

	I	II	III	IV
SA	3,1	6,0		
PA	4,7	5,0	6,6	
SE		4,7	6,3	7,2
PE		6,7	7,1	7,4
ne	6,6			

Tab. 4:
Dauer der Gipsbehandlung (in Wochen)

Etwas unsicher sind die Zahlenwerte der niedrigen Schweregrade, weil hier die Behandlung häufig ambulant beendet wurde.
In den meisten Fällen (58,4 %) genügte eine einmalige Reposition. In einem weiteren Teil der Fälle (21,6 %) war die Fraktur so wenig verschoben, daß sich ein besonderes Repositionsmanöver erübrigte. In 13 % der Fälle erwies sich eine zweimalige, in 2,6 % der Fälle eine mehr als zweimalige Reposition als notwendig. Ein Patient erlag anderen unfallbedingten Verletzungen, ehe eine Behandlung der im Hintergrund des Gesamtgeschehens stehenden Fraktur (SA II) möglich war. Von 5 Fällen (1,6 %) liegen keine Angaben vor, da die ersten Maßnahmen außerhalb der Klinik erfolgt waren. 8 Frakturen (2,6 %) wurden primär operiert.
Die Nachrepositionen erfolgten meistens beim Gipswechsel 7-10 Tage nach dem Frakturereignis, also zu einem Zeitpunkt, an dem der Gipsverband nach Abklingen der Weichteilschwellung im Verhältnis zu weit werden kann. Die insgesamt 48 Fälle ein- oder mehrmaliger Nachreposition verteilen sich überwiegend auf die Stadien III (8 Fälle) und IV (33 Fälle) der Frakturgruppen. Nach Gruppen aufgeschlüsselt, wurden Nachrepositionen bei

SA in 4 %
PA in 11 %
SE in 16 % und
PE in 25 % der Fälle durchgeführt.

Zur Wertung der Repositionsergebnisse wurde die endgültige Stellung der Fraktur im Gipsverband nach ein- oder mehrmaliger Reposition an den Röntgenaufnahmen geprüft. Bei einwandfreier Frakturstellung wird in der Auswertung von gutem Repositionsergebnis (Gruppe A) gesprochen, wobei die Dislokation eines

sehr kleinen hinteren VOLKMANN'schen Dreiecks oder in manchen Fällen ein geringes Klaffen des Frakturspaltes der Fibula vernachlässigt werden ; als mäßig (Gruppe B) wird das Repositionsergebnis bezeichnet, wenn die Reposition als solche zwar gelungen ist, aber noch eine geringe Seitstellung der Knöchelgabel mit entsprechender Subluxation des Talus, eine geringe Dislokation des Mall. int. oder eines größeren, an der Gelenkfläche beteiligten VOLKMANN'schen Dreiecks bestehen bleiben; als schlecht (Gruppe C) kann eine Reposition gelten, die die Form des Gelenkes im ganzen oder in wichtigen Einzelteilen (Syndesmose, großes VOLKMANN'sches Dreieck, größere Malleolarfragmente) nicht wieder herstellt, so daß schwere Heilungsstörungen und bleibende Schäden zu erwarten sind.

Von 310 Fällen konnten 300 Fälle bezüglich ihrer Reposition ausgewertet und den soeben skizzierten Gruppen zugeordnet werden; bei den übrigen 10 Patienten war die Reposition außerhalb der Klinik erfolgt, so daß hier keine ersten Röntgenbilder vorhanden waren.

Die Tabelle 5 stellt die Repositionsergebnisse im Zusammenhang mit den häufigsten Komplikationen und der Zahl der Operationen dar.

Zur Bewertung der Behandlungsergebnisse muß gesagt werden, daß kein absolut objektives und allgemeingültiges Kriterium zur Verfügung steht, obwohl die Notwendigkeit eines verbindlichen Maßstabes aus allgemein-medizinischen und wissenschaftlichen Gründen und besonders für die Unfallbegutachtung offen auf der Hand liegt und obwohl entsprechende Anstrengungen auf diesem Gebiet unternommen worden sind. Es ist zwar möglich, einzelne Komponenten wie die Exkursion der Bewegungen im Sprunggelenk oder die Weichteilschwellung im Vergleich zur gesunden Seite, ferner röntgenologische Daten exakt zu bestimmen, daneben

	Zahl der Fälle	davon: Pseudarthrosen	Verdacht auf Pseudarthrose	verzögerte Frakt.-Heilung	schwere Arthrose	operiert
	Gruppe A = gutes Repositionsergebnis					
SA I	13					
SA II	12					1
PA I	8					
PA II	7					
PA III	12		1			
SE II	30					
SE III	12					
SE IV	38	3		2		
PE II	1					
PE III	5					
PE IV	11	1				
ne	4					
	Gruppe B = mäßiges Repositionsergebnis					
SA I						
SA II	1	1				
PA I	1	1				
PA II						
PA III	12	3				3
SE II	5					2
SE III	7					3
SE IV	48	15	6	4	1	9
PE II	1					
PE III	5	2		1		2
PE IV	16	3	1	1		3
ne	4	2				
	Gruppe C = schlechtes Repositionsergebnis					
SA I						
SA II						
PA I						
PA II	1					1
PA III	6					6
SE II						
SE III	3					3
SE IV	19	4			2	15
PE II	1					1
PE III	5	1			1	3
PE IV	11				1	9
ne	1					1

Tab. 5: Verhältnis zwischen Repositionserfolg und Behandlungsergebnis bzw. häufigsten Komplikationen in den Frakturgruppen

ist die Beurteilung eines Heilungsverlaufes oder Behandlungsergebnisses aber immer auch individuell - vom Arzt und Patienten - unterschiedlich.
Man kann wie KRISTENSEN (1956) zwischen einem subjektiven, objektiv-klinischen und röntgenologischen Ergebnis unterscheiden, wobei die jeweiligen Ergebnisse im Einzelfalle nicht miteinander übereinstimmen müssen; so führt zum Glück für manche Patienten ein röntgenologisch nur mäßiges Ergebnis durchaus nicht immer zu entsprechenden subjektiven Beschwerden; in anderen Fällen wiederum können die subjektiven Beschwerden (Schmerzen) oder die objektivierbaren Beschwerden (Beweglichkeits-Einschränkung des Gelenkes, Weichteilschwellungen) auch bei gutem Röntgenbefund erheblich sein (BAUMGARTEL 1965); hier spielen Veränderungen an den Weichteilgeweben, besonders den Bändern und der Gelenkkapsel, darüber hinaus ganz sicher auch die individuelle Reaktionsform des Patienten eine Rolle.
Eine über ein gewisses Maß hinausgehende Untergliederung der Ergebnisse im Rahmen dieser Untersuchung, die sich nach den Gegebenheiten der Klinik richten muß, erscheint nicht zweckmäßig und gerechtfertigt, sowohl wegen der etwas unsicheren Kriterien zur Beurteilung als auch wegen der Tatsache, daß eine abschließende Beurteilung zum Zeitpunkt der Entlassung oft noch nicht möglich ist; denn die Entlassung erfolgt gewöhnlich dann, wenn das Gehen deutliche Fortschritte macht und röntgenologisch bei guter Stellung der Fraktur Zeichen beginnender Callusbildung erkennbar sind; mit Heilungsstörungen ist bei diesen Gegebenheiten im allgemeinen nicht mehr zu rechnen. Manche eventuellen Spätschäden (Arthrose, Knöchelpseudarthrose) sind zu diesem Zeitpunkt aber andererseits noch nicht ausgebildet. Bei Fällen mit Unklarheiten über das Endresultat wurde im Rahmen dieser Untersuchung nach

Möglichkeit eine Nachuntersuchung durchgeführt. Es muß schließlich noch erwähnt werden, daß Patienten mit leichteren Frakturen (besonders SA I und PA I) oft nur kurz stationär und danach ambulant behandelt wurden, wodurch hier die Behandlungsergebnisse nach den vorhandenen klinischen Unterlagen nur bedingt beurteilt werden konnten.

Die hier vorgenommene Beurteilung der Behandlungsergebnisse richtet sich im wesentlichen nach folgenden Gesichtspunkten:

a) Gehfähigkeit und Röntgenbefund bei Entlassung unter Berücksichtigung des Heilungsstadiums;
b) eventuelle subjektive Beschwerden bei Entlassung;
c) ernstere Komplikationen wie verzögerte Frakturheilung, Knöchelpseudarthrosen oder Fehlstellung der Fraktur, eventuell schon mit nachfolgender Arthrose.

In Tab. 5 ist schon ein Hinweis auf die Beziehungen zwischen Repositionsergebnis und Komplikationen bzw. bleibenden Schäden gegeben. Bei gutem Repositionsergebnis (Gruppe A, 153 Fälle) war auch das Endergebnis gut; eine Ausnahme bildeten die insgesamt 7 Fälle, bei denen es trotz guter Frakturstellung zu einer verzögerten Heilung oder Pseudarthrose des Mall. int. kam. Aus der Gruppe mit mäßigem Repositionsergebnis (Gruppe B, 100 Fälle) wurde bei 22 Patienten operativ ein gutes Ergebnis erreicht; auch bei den meisten der 78 konservativ behandelten Patienten dieser Gruppe war das Endresultat gut; in 27 Fällen, darunter auch einem operierten Fall, kam es allerdings zu einer Pseudarthrose des Mall. internus. Bei 40 von den 47 Patienten der Gruppe mit schlechtem Repositionsergebnis (Gruppe C) konnte durch Operation ein gutes Endergebnis erzielt werden. Die übrigen 7 Patienten konnten wegen schlechter

lokaler Hautverhältnisse nicht operiert werden, ebenso auch einige Patienten der Gruppe B, bei denen eine Operation angezeigt gewesen wäre, aber wegen vergleichbarer Kontraindikationen nicht möglich war. Ein schlechtes Repositionsergebnis (Gruppe C) ist immer eine Operationsindikation; in der Gruppe B wurde in den letzten Jahren des Untersuchungszeitraumes (1963, 1964)die Operationsindikation erweitert, so daß die Zahl der Operationen zunahm, besonders an der Fibula. Von den 310 Patienten verstarben 10 während des Klinikaufenthaltes, davon 5 in den ersten Tagen an den Unfallfolgen; durch Lungenembolie, Apoplexie oder Herzversagen trat in der Folgezeit in 3 Fällen der Tod ein, 2 Patienten verstarben im Delirium bzw. in der Urämie. Diese Fälle blieben in der Beurteilung der Frakturheilung unberücksichtigt.

Als schlecht sind die Endresultate in 9 Fällen zu bezeichnen, die wegen ihrer Wichtigkeit näher geschildert werden sollen. Es handelt sich hier ohne Ausnahme um von vornherein ungünstige Fälle mit erheblicher Zerstörung einzelner Anteile des Gelenkes und massiver Talusluxation bei schwerem Trauma, sie gehören den Gruppen SE IV, PE III und PE IV an.

1. St., Paul, 74 J. alt, PE III mit starker Talusluxation. Diabetes mellitus. Schlechtes konservatives Repositionsergebnis, Nachreposition durch starkes Hämatom und Druckulcus erschwert; Infektion mit Fistelung, später in Unterschenkelphlegmone übergehend. Ablatio femoris.
2. Sp., Paul, 62 J. alt, PE IV, offen, durch Verkehrsunfall. Ausbildung einer eitrigen Osteomyelitis mit Beteiligung des Gelenkes und Fistelung. Konservative Behandlung. Gehen bei Entlassung noch behindert.
3. T., Wilhelm, 44 J. alt, Fraktur nicht einzuordnen, entstanden durch direktes Trauma bei Verkehrsunfall. Hartnäckige Talus-Subluxation nach vorn; SUDECK'sche Dystrophie. Gehen bei Entlassung noch schlecht.

4. E., Marie, 68 J. alt, PE IV mit vorderem VOLKMANN'schem Dreieck und hartnäckiger ventraler Subluxation des Talus; weit klaffende Syndesmose. Wegen schlechter lokaler Hautverhältnisse nur gepolsterter Gipsverband, keine operative Behandlung möglich. Schlechtes subjektives und objektives Endergebnis, hochgradige Arthrose des Sprunggelenkes bei der Nachuntersuchung.

5. H., Ingeborg, 36 J. alt, SE IV. Geringe, aber hartnäckige Subluxation des Talus. Ausbildung einer erheblichen Arthrose des oberen Sprunggelenkes mit entsprechenden subjektiven Beschwerden und Bewegungseinschränkung.

6. K., Charlotte, 62 J. alt, PE III mit völliger dorsofibularer Talusluxation. Entgleister Diabetes mellitus, schlechte lokale Hautverhältnisse. Gewisse Subluxation und Valgusposition des Talus bleiben trotz mehrfacher Reposition. Ausbildung einer Pseudarthrose des Mall. int. und einer schweren Arthrose des oberen Sprunggelenkes.

7. S., Rudolf, 28 J. alt, Fraktur nicht einzuordnen, durch Verkehrsunfall. Mall. int. in mehrere Stücke zerbrochen, hier entwickeln sich 3 parallel übereinanderliegende Pseudarthrosen. Wegen schlechter Hautverhältnisse keine Op. möglich. Gehen bei Entlassung noch behindert.

8. W., Georg, 59 J. alt, SE IV mit erheblicher lateraler Talusluxation. Kein gutes Repositionsergebnis zu erzielen. SUDECK'sche Dystrophie. Resektion des pseudarthrotischen Mall. int. und blutige Versteifung des Gelenkes, danach relativ gute Gehfähigkeit.

9. S., Margarete, 54 J. alt, offene SE IV. Wegen der massiven lateralen Talusluxation sofortige Operation mit Verschraubung des Mall. internus. Eitrige Osteomyelitis und Arthritis, Ankylose. Am Ende relativ gute Gehfähigkeit.

Die Nachuntersuchung, zu der 22 der ausgewählten Patienten mit schlechtem oder etwas zweifelhaftem Entlassungsbefund kamen, ergab, von den soeben geschilderten ungünstigen Fällen abgesehen, bei 9 Patienten eine mäßige oder geringfügige Arthrosis deformans, die subjektiv mit keinen oder mit nur geringen Beschwerden verbunden war. Die übrigen 10 Patienten zeigten keine Zeichen einer Arthrose und auch keine subjektiven Beschwerden. Der zeitliche Abstand von der Entlassung bis

zur Nachuntersuchung betrug mindestens 3 Jahre. Von den 310 Patienten wurden 63 (= 20,3 % oder ein Fünftel der Fälle) operativ behandelt. Mit Ausnahme von 8 Fällen, bei denen eine primäre Operation erfolgte, war zuerst eine konservative Behandlung versucht, zumindest konservativ reponiert und danach die Frage einer eventuellen Operation geprüft worden.

Als Operations-Indikationen ergaben sich nach der Reihenfolge ihrer Häufigkeit:

1. Hartnäckige Subluxation des Talus
2. Starke Dislokation des Mall. int. und/oder anderer Knochenfragmente, konservativ nicht zu beseitigen
3. Dislokation eines hinteren VOLKMANN'schen Dreiecks von mehr als 1/3 der Tibiagelenkfläche
4. Hartnäckige Diastase der Syndesmose
5. Mehrfache Fraktur des Mall. int. (seltener, 2 Fälle).

An Eingriffen wurden im einzelnen durchgeführt:

Verschraubung des Mall. int. durch Federzugschraube, einfache Schraube oder Spongiosafeder	33 mal
Verschraubung des hinteren VOLKMANN'schen Dreiecks durch Federzugschraube	23 mal
Nagelung der Fibula durch Rushpin	17 mal
Verschraubung der Syndesmose	10 mal
Entfernung von interponiertem Bandgewebe aus dem Frakturspalt des Mall. int. mit Bandnaht	1 mal
Resektion des Mall. int. und Arthrodese	1 mal
Verschraubung eines vorderen VOLKMANN'schen Dreiecks	1 mal
Ablatio femoris	1 mal

Häufig wurden, je nach Lage des Einzelfalles, gleichzeitig mehrere Fragmente operativ fixiert, z.B. Mall. int. und hinteres VOLKMANN'sches Dreieck 7 mal, Mall. int. und Fibula 7 mal.

Die Tabelle 6 zeigt die Verteilung der operierten Fälle auf die Frakturgruppen.

	Fälle insgesamt	davon operiert	Anteil in %
SA	29	0	0,0
PA	48	10	20,8
SE	165	33	20,0
PE	57	19	33,3
ne	11	1	9,0
gesamt	310	63	20,3

Tab. 6: Anteil der operierten Fälle innerhalb der Frakturgruppen

Die häufigste Komplikation in der Frakturheilung stellte die Ausbildung einer Knöchelpseudarthrose dar. Bei den 310 Patienten trat eine solche Pseudarthrose in 39 Fällen (= 12,6 %) auf, und zwar in einem Fall am Mall. externus, in einem weiteren Fall an beiden Knöcheln und in den übrigen Fällen am Mall. internus. In 8 weiteren Fällen wurde bei der Entlassung der Verdacht auf Innenknöchel-Pseudarthrose ausgesprochen, eine Abgrenzung gegen eine lediglich verzögerte Heilung war zu diesem Zeitpunkt nicht sicher möglich; die Patienten bekamen in diesen Fällen den Rat, sich im Falle von Gehbeschwerden erneut in stationäre Behandlung zu begeben. Bei der später durchgeführten Nachuntersuchung zeigten 5 dieser Fälle eine spontane Heilung, die anderen 3 Patienten kamen nicht zur Nachuntersuchung.

Die Behandlung der Pseudarthrosen richtete sich nach den Gegebenheiten des Einzelfalles; so konnte in 15 der 39 Fälle wegen beschwerdefreien Gehens auf eine operative Behandlung der Pseudarthrose verzichtet werden. Soweit besondere Gründe für das Fehlen von

Beschwerden festzustellen waren, handelte es sich in 5 Fällen um "straffe Pseudarthrosen", in 3 Fällen um Knöchelspitzen-Pseudarthrosen mit sehr kleinem distalem Fragment und in einem Fall um eine unvollständige, nicht den ganzen Frakturspalt durchsetzende Pseudarthrose.

Zu diesen 15 unbehandelten kommen 8 weitere Fälle, die nicht operiert wurden, weil Kontraindikationen wie Herzinsuffizienz (1 Fall), Delirium tremens mit letalem Ausgang (1 Fall), SUDECK'sche Dystrophie (1 Fall), Gravidität (2 Fälle) und schlechte lokale Hautverhältnisse bei offenen Frakturen (3 Fälle) vorlagen.

Die Behandlung wurde in 15 Fällen durch Freilegen der Pseudarthrose und Anlagerung eines eiweißarmen schiffchenförmigen Knochenspanes, des sog. Kieler Spanes (MAATZ 1961), erfolgreich durchgeführt. Lediglich in einem Falle war nach kompliziertem Krankheitsverlauf eine Resektion des pseudarthrotischen Mall. int. mit blutiger Gelenkversteifung erforderlich; die Methode des Kieler Spanes konnte hier nicht angewandt werden. Die Heilung der Knöchelpseudarthrosen mit Hilfe des Kieler Spanes erfolgte zuverlässig, in einem Falle sogar trotz Fraktur des Spanes.

Von den unbehandelten 23 Patienten mit Knöchelpseudarthrosen kamen 11 Patienten zur Nachuntersuchung, 2 weitere Patienten berichteten telefonisch über weitgehende Beschwerdefreiheit. Somit ist bei 9 Patienten das Schicksal der Pseudarthrose unbekannt. Eine Patientin war zum Zeitpunkt der angesetzten Nachuntersuchung verstorben. Bei der röntgenologischen und klinischen Nachuntersuchung der 11 Patienten zeigte sich in 5 Fällen eine spontane Heilung der Pseudarthrose, während in den anderen 6 Fällen

die Pseudarthrose noch bestand, teils mit erheblichen subjektiven Beschwerden und einer röntgenologisch nachweisbaren Arthrose des oberen Sprunggelenkes, teils aber auch als "straffe Pseudarthrosen" oder Knöchelspitzen-Pseudarthrosen ohne wesentliche Gehbeschwerden.

K. BENGTSON fand 1962 bei der Auswertung von 200 Malleolarfrakturen des Städt. Aug.-Vict.-Krankenhauses Berlin-Schöneberg ein besonders häufiges Auftreten von Knöchelpseudarthrosen bei den PE (33 % der PE); die durchschnittliche Häufigkeit der Pseudarthrosen lag im Vergleich hierzu bei allen 200 von K. BENGTSON ausgewerteten Fällen bei 5 %. Weitaus häufiger als in den anderen Frakturgruppen ergab sich bei den PE auch die Notwendigkeit einer mehrfachen Reposition und einer operativen Behandlung (siehe auch WILLENEGGER 1961, M AATZ 1963). Auch die vorliegende Arbeit kommt bei der Auswertung von 310 Malleolarfrakturen der gleichen Klinik im Anschluß an die Untersuchungen von BENGTSON zu vergleichbaren Resultaten, wie die Tabellen 5, 6 und 7 zeigen. Die somit deutlich schlechtere Prognose der PE veranlaßte jetzt zu vermehrter Anwendung operativer Maßnahmen, und zwar bei 33,3 % der PE im Vergleich zu 16,5 % im davorliegenden Untersuchungszeitraum von BENGTSON. Der zunächst noch nach wie vor hohe Anteil der Pseudarthrosen bei den PE verringerte sich mit der häufigeren Anwendung operativer Maßnahmen (vorsorglicher Verschraubung des Mall. int.) deutlich und betrug im Gesamtdurchschnitt des jetzigen Untersuchungszeitraumes nur noch 14 %.

Abweichend von den Ergebnissen von BENGTSON (1962), MAATZ (1961) und STOBER (1957) ist in der vorliegenden Auswertung der Anteil an Pseudarthrosen auch bei den

SE mit 13,9 % relativ hoch (siehe auch L. BÖHLER 1957!).

Gruppe	Frakturen		Pseudarthrosen	in %	Pseudarthrosen pro Frakturgruppe	
I	14		0	0,0		
SA II	15	29	1	6,7	1	3,4%
I	10		1	10,0		
PA II	8	48	0	0,0	5	10,5%
III	30		4	13,3		
II	36		0	0,0		
SE III	22	165	0	0,0	23	13,9%
IV	107		23	21,5		
II	3		0	0,0		
PE III	17	57	4	23,5	8	14,0%
IV	37		4	10,8		
ne	11	11	2	18,2	2	18,2%
gesamt	310	310			39	12,6%

Tab. 7: Die Häufigkeit der Pseudarthrosen in den einzelnen Frakturgruppen

Prüft man nachträglich noch einmal die ersten Röntgenaufnahmen dieser Patienten, dann findet sich fast immer eine hochgradige, häufig totale Talusluxation in dorsofibularer Richtung. Über den gleichen Zusammenhang wurde schon von FELSENREICH (1937) berichtet. Da in solchen Fällen die Malleolarfragmente dem Talus folgen, ist hier die Wahrscheinlichkeit einer Interposition von Weichteilgewebe in den Frakturspalt besonders groß und sind außerdem die Gelenkkapsel und der Bandapparat weitgehend zerrissen, möglicherweise das distale Fragment des Mall. int. auch verdreht. Die Reposi-

tionsergebnisse waren in diesen Fällen zwar meistens nicht schlecht, zumal in Hinblick auf die Massivität der vorher bestehenden Luxation; die Tatsache einer solchen vorbestehenden Luxation ist aber auch nach gelungener Reposition eine Aufforderung zu besonders sorgfältiger Kontrolle des Heilungsverlaufes, ebenso wie es z.B. von allen PE gelten muß.

F. Die Bedeutung der Klassifizierung von LAUGE HANSEN

Die Klassifizierung von LAUGE HANSEN gilt heute in Skandinavien und im deutschsprachigen Raum als die beste Klassifizierung (REIMERS 1953, L. BÖHLER 1957, A.N. WITT 1960, WILLENEGGER 1961, BOLIN 1961, LENTZ 1962 und 1968, DINSTL und SPÄNGLER 1963, HELLNER 1964, GIEBEL 1965).

Bei aller Formenvielfalt der Malleolarfrakturen ist mit dieser Klassifizierung im Vergleich zu früheren Klassifizierungen, besonders derjenigen von ASHHURST und BROMER, durch die Unterteilung von 4 Hauptgruppen eine bessere Übersichtlichkeit erreicht worden, die einer der Gründe für die Verbreitung dieser Klassifizierung sein dürfte. Nach einer kurzen Einarbeitung in die Problematik ist die Anwendung dieser Klassifizierung nicht schwierig. Sie ist, zuerst von LAUGE HANSEN und KRISTENSEN, danach von zahlreichen weiteren Autoren, durch Auswertung röntgenologischer und klinischer Befunde größerer Patientenkollektive geprüft und in ihrer Aussagekraft bestätigt worden.

Die Schweizer Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese verwendet diese Klassifizierung nicht, u.a. mit dem Hinweis, daß sie sich in der Praxis als zu umständlich bzw. kompliziert erweist (WILLENEGGER und WEBER 1963). Dieser Eindruck kann von der Klassifizierung durchaus entstehen. Es gibt jedoch Möglichkeiten, das Klassifizierungs-Schema für das Gedächtnis einprägsamer zu machen (MAATZ 1965); so kann man sich die Reihenfolge der Verletzungen bei den SE - Syndesmose, Fibula, Dreieck, Malleolus int. mit dem Satz"sie fiel drei mal" merken; bei den PE erscheint zuerst die Verletzung des Malleolus int., die Reihenfolge der übrigen Verletzungen

bleibt. Eine weitere Gedächtnisstütze besteht darin, daß man die Frakturgruppen stets in der Reihenfolge SA - PA - SE - PE ordnet; diese Reihenfolge ergibt sich aus dem Höherrücken der Fibulafraktur, gleichzeitig aber auch aus der steigenden Gefahr von Komplikationen, die bei den PE am größten ist. Unter Verwendung dieser kleinen Hilfen hat sich die Anwendbarkeit der Klassifizierung von LAUGE HANSEN in der Praxis erwiesen.

Die besondere Bedeutung dieser Klassifizierung liegt in der strengen Beachtung des genetischen Prinzips unter obligater Einbeziehung der ligamentären Verletzungen; nur dadurch ist eine Stadieneinteilung nach der Reihenfolge der Entstehung der einzelnen Verletzungen möglich, nach der man in vielen Fällen, wenn die Diagnose der Frakturgruppe feststeht, auf die dazugehörigen Verletzungen schließen kann.

Dies bezieht sich sowohl auf die knöchernen als auch auf die ligamentären Verletzungen. Als Beispiel für die knöchernen Verletzungen soll die Beziehung zwischen Syndesmosenruptur und Fibulafraktur dienen. Finden sich eine Fraktur des Mall. int. und des hinteren VOLKMANN'schen Dreiecks sowie eine deutlich klaffende Ruptur der Syndesmose, so kommt als Frakturgruppe trotz des Fehlens einer Verletzung im distalen Fibulabereich nur eine PE in Betracht; also muß hier, da die Fraktur des hinteren VOLKMANN'schen Dreiecks das 4. Stadium anzeigt, der gesamte Unterschenkel in die Röntgenuntersuchung einbezogen werden, weil hier eine - gelegentlich sehr hohe - Fibulafraktur (Stadium 3) vorliegen muß, die nach der Reihenfolge der Verletzungen die Vorbedingung für die Fraktur des hinteren VOLKMANN'schen Dreiecks bei der PE darstellt; der Verfasser konnte z.B. auf diese Weise bei der Auswertung der Röntgenaufnahmen in einem solchen Falle (K., Edwin, Aufn.-Nr. 3509/64) nachträglich eine hohe

Fibulafraktur entdecken, und zwar auf einer der Kontrollaufnahmen unmittelbar am oberen Bildrand. Noch wichtiger ist dieses Prinzip andererseits bei den ligamentären Verletzungen. Noch 1957 unterteilten HELLNER und NISSEN die Malleolarfrakturen in Frakturen ohne und Frakturen mit Bandverletzungen. Demgegenüber ist es ein besonderes Verdienst von LAUGE HANSEN, gezeigt zu haben, daß die ligamentären Verletzungen integrierender Bestandteil der Malleolarfrakturen sind und bei praktisch allen Typen der Malleolarfrakturen, z.T. an Stelle knöcherner Verletzungen, vorkommen. So kann bei den einzelnen Frakturformen aus der genetischen Diagnose auf die ligamentären Verletzungen geschlossen werden; dies ist ein erheblicher Vorteil gegenüber dem direkten Nachweis dieser Verletzungen, der letzten Endes trotz der vielen angegebenen röntgenologischen Methoden für die tägliche Praxis umständlich, manchmal schwierig und nicht immer zumutbar ist. Dies gilt allerdings nur für diejenigen ligamentären Verletzungen, die neben knöchernen Verletzungen auftreten, während rein ligamentäre Verletzungen weiterhin besondere röntgenologische Untersuchungsmethoden erfordern.

Die auf dieser genetischen Klassifizierung basierende genetische Reposition von LAUGE HANSEN eröffnet neue Möglichkeiten in der konservativen Behandlung der Knöchelbrüche.

Besonders zur Beurteilung der Prognose der einzelnen Frakturtypen und damit zur Wahl der Behandlungsmethode stellt die Klassifizierung von LAUGE HANSEN eine wichtige Grundlage dar. Im Zuge der Ausweitung der Operationsindikation ist es somit möglich, unabhängig vom Grad der Dislokation und dem primären konservativen Repositionsergebnis bei bestimmten Frakturtypen

(Eversionsfrakturen, siehe auch BOLIN 1961) wegen der größeren Gefahr von Spätschäden die Frage der operativen Behandlung besonders eingehend zu prüfen.

G. Zusammenfassung

Nach der Klassifizierung von LAUGE HANSEN wurden Malleolarfrakturen von 310 Patienten ausgewertet, die 1960 bis 1964 im Städt. Auguste-Victoria-Krankenhaus Berlin-Schöneberg stationär behandelt worden waren. 96,4 % der Frakturen ließen sich einordnen. Sie verteilen sich auf die Frakturgruppen nach LAUGE HANSEN wie folgt:

Supinations-Adduktionsfrakturen	(SA)	9,3 %
Pronations-Abduktionsfrakturen	(PA)	15,5 %
Supinations-Eversionsfrakturen	(SE)	53,2 %
Pronations-Eversionsfrakturen	(PE)	18,4 %

Frauen waren doppelt so häufig betroffen wie Männer. Das Durchschnittsalter der weiblichen Patienten lag mit 57 2/3 Jahren deutlich höher als das der männlichen Patienten mit 42 2/3 Jahren.
Die Auswertung der Frakturgruppen zeigte eine deutliche Zunahme der Häufigkeit von Komplikationen (z.B. unzureichender Reposition, erneuter Dislokation, Pseudarthrosenbildung) in der Reihenfolge SA - PA - SE - PE ; so waren z.B. Nachrepositionen bei den SA in 4 %, bei den PA in 11 %, bei den SE in 16 % und bei den PE in 25 % erforderlich.
79,7 % der Frakturen wurden konservativ behandelt. Die Behandlungsergebnisse, beurteilt nach dem Röntgenbefund und der Gehfähigkeit zum Zeitpunkt der Entlassung, waren überwiegend gut. Ungünstige Verhältnisse (Trümmerfrakturen bei schwerem Trauma, offene Frakturen, ferner Inoperabilität wegen verschiedener Kontraindikationen) führten bei 8 der insgesamt 247 konservativ behandelten Patienten (= 3,2 %) zu einem schlechten Endergebnis.

In 20,3 % der Fälle wurde wegen unbefriedigender Reposition bzw. Fixation der Fraktur die Indikation zur Operation gestellt, und zwar bei den SA in 0 %, den PA in 20,8 %, den SE in 20 % und den PE in 33,3 % der Fälle. Die operative Behandlung führte in allen Fällen zu einer sicheren Fixation der bei diesen Patienten oft erheblich verschobenen Fragmente und zur Beseitigung der besonders schwerwiegenden, frakturbedingten Formabweichungen.

Eitrige Infektionen mit Übergreifen auf das obere Sprunggelenk und mit Ankylose traten in 2 der 310 Fälle auf, die beide zu den insgesamt 12 offenen Frakturen des Krankengutes gehoren; einer dieser beiden Fälle war wegen einer konservativ nicht reponierbaren, stark dislozierten offenen Fraktur operiert worden. Bei den operierten geschlossenen Frakturen traten keine Infektionen des Gelenkes auf.

Zur Nachuntersuchung konnte nur eine Auswahl von Patienten bestellt werden, und zwar diejenigen Fälle, bei denen eine vollständige Wiederherstellung der normalen Gelenkanatomie nicht erreicht werden konnte. Von diesen zur Nachuntersuchung gekommenen 22 Patienten zeigten 3 eine schwere und behindernde, 9 eine geringfügige und nicht oder nur wenig behindernde Arthrosis deformans des oberen Sprunggelenkes.

M. Literaturverzeichnis

1. ABBOTT, L.C., and BROMER, R.S.: Classification of Fractures of the Leg Bones involving the Ankle. Arch. Surg. 4 (1922), 51.

2. BAUMGARTEL, H.: Spätbeobachtungen bei konservativ behandelten Sprunggelenksfrakturen. Hefte Unfallheilk. 81 (1965),252.

3. BECK, A.: Zur Frage der operativen Behandlung der Luxationsfraktur des Fußgelenkes. Dtsch. Z. Chir. 228 (1930), 289.

4. BENGTSON, K.: Klassifikation der Malleolarfrakturen nach N.Lauge Hansen. Med. Dissertation Berlin-Dahlem 1962; Ther. Gegenw. 1962, Heft 10/11, 480.

5. BIRCHER, E.: Abrißfraktur am Malleolus lateralis tibiae posterior. Zbl. Chir. 39 (1912), 171.

6. BISHOP, P.A.: Fractures and epiphyseal separation Fractures of the Ankle. Amer. J. Roentgen. 28 (1932), 49.

7. BOHLER, J.: Möglichkeiten der operativen Behandlung schwerer Luxationsfrakturen des oberen Sprunggelenkes. Hefte Unfallheilk. 81 (1965), 144.

8. BÖHLER, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Bd. II, Teil 2. 12.-13. Aufl. Maudrich, Wien 1957.

9. BOLIN, H.: The Fibula and its Relationship to the Tibia and Talus in injuries of the Ankle Due to forced external rotation. Acta Radiologica 56 (1961), 439.

10. v. BRANDIS: Zur blutigen Behandlung schlecht stehender Knöchelbrüche. Arch. orthop. Unfallchir. 39 (1939), 659.

11. BROMFEILD, W.: Chirurgical Observations and Cases. London 1773 (zit. nach Lauge Hansen 1948).

12. BRUNS, P.: Die Lehre von den Knochenbrüchen. Enke, Stuttgart 1886.

13. CHAPUT, H.: Prognostic des fractures bimalléolaires. Bull. et Mém. Soc. Chir. Paris 1906, 927.

14. CHAPUT, H.: Diskussionsbeitrag Société de Chirurgie 1912. Bull. et Mém. Soc. Chir. Paris 1912, 1192.

15. CHAPUT, H.: De la réduction des fractures malléolaires compliquées de luxation du pied. Bull. et Mém. Soc. Chir. Paris 1913, 656.

16. CLERMONT, P.: Sur la disjonction tibio-péronière et les fractures du cou-de-pied (Essai de classification). Rev. Chir. 47 (1913), 143.

17. COMPERE, E.L.: Supramalleolar Fractures Combined with Luxation of the Ankle Joint. Wiederherstellungschir. Traum. 5, 1-14. Karger, Basel/New York 1960.

18. COMPERE, E.L., BANKS, S.W., and COMPERE, C. L.: Frakturenbehandlung. Ein Atlas-Manual für Praxis und Studium. Dtsch. Übersetzung v. E. Weller und H.E. Köhnlein. Thieme, Stuttgart 1966.

19. COTTON, F.J.: A new Type of Ankle Fractures. J. Amer. Med. Ass. 64 (1915), 318 (zit. nach Lewin 1949).

20. DANIS, R.: Théorie et pratique de l'ostéosynthèse. Masson, Paris 1949.

21. DESTOT, E.: Diastasis et fractures des malléoles. Rev. Chir. 36 (1907), 279.

22. DESTOT, E.: Traumatismes du pied et rayons X. Masson, Paris 1911 (zit. nach Clermont 1913).

23. DESTOT, E.: A propos des fractures du cou-de-pied. Rev. Chir. 45 (1912), 439.

24. DINSTL, K. und H. SPÄNGLER: Über Luxationsfrakturen im Bereich des oberen Sprunggelenkes. Arch. orthop. Unfallchir. 55 (1963), 317.

25. DUPUYTREN, G.: Lecons orales de clinique chirurgicale, 2. Ed., 1, 378. Germer-Baillière, Paris 1839 (zit. nach Lauge Hansen 1942).

26. EARLE: Lancet T. II (1828-1829), 346 (zit. nach Quénu 1912, Rev. Chir. 46 (1912), 357).

27. ECKE, H. und AHMAD SIADAT pour: Ergebnisse nach konservativer und operativer Behandlung von Malleolarfrakturen. Eine 5 - Jahresserie. Bruns'Beitr. klin. Chir. 213 (1966), 243.

28. EUFINGER, H.: Über Spätfolgen nach Knöchelbrüchen. Mschr. Unfallheilk. 6 (1949).

29. EWALD, K.: Über Verrenkungsbrüche des Fußes nach hinten und den Extensionsverband bei gebeugtem Knie. Wien.klin. Wschr. 26 (1908), 949.

30. FELSENREICH, F.: Schlottergelenke nach Malleolarfrakturen. Arch. orthop. Unfallchir. 37 (1937), 149.

31. FELSENREICH, F.: Dauerresultate nach "perkutaner Nagelung" von Verrenkungsbrüchen des oberen Knöchelgelenkes mit Abbruch dritter Fragmente. Arch. orthop. Unfallchir. 37 (1937), 166.

32. FICK, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. 1.-3. Teil. Fischer, Jena 1904-1911.

33. FÜRMAIER, A.: Zur Diagnose und Therapie der Bandverletzungen und Gabelsprengungen am oberen Sprunggelenk. Arch. orthop. Unfallchir. 44 (1951), 541.

34. GERNER-SMIDT, M.: Ankelbrud hos Børn. Et studie over patogenetiske, patologisk anatomiske, røntgenologiske og prognostiske problemer. Nyt Nordisk Forlag - Arnold Busck, Kopenhagen 1963.

35. GIEBEL, M.G.: Grenzen der konservativen Behandlung schwerer oberer Sprunggelenksluxationsfrakturen. Hefte Unfallheilk. 81 (1965), 137.

36. GRAFF, H.: Seltene Luxationen des Fußes und Kniegelenkes. Beitr. klin. Chir. 21 (1898), 619.

37. GRASHEY, R.: Über die Untersuchung von Frakturen mit Röntgenstrahlen. Fortschr. Roentgenstr. 11 (1907), 139.

38. GUTTNER, L.: Erkennung und Behandlung des Bänderrisses am äußeren Knöchel mit Teilverrenkung des Sprungbeins im Sinne einer Supination (Subluxatio supinatoria pedis). Arch. orthop. Unfallchir. 41 (1942), 287.

39. HELFERICH, H.: Atlas und Grundriß der traumatischen Frakturen und Luxationen. 9. Aufl. Lehmann, München 1914.

40. HELLNER, H.: Malleolarfrakturen. In: Hellner, H., R. Nissen und K. Vosschulte: Lehrbuch der Chirurgie. Aufl. 4 Thieme, Stuttgart 1964.

41. HELLPAP, W.: Das vernachlässigte untere Sprunggelenk. Die "Frakturlinie" der Supination. Arch. orthop. Unfallchir. 55 (1963), 289.

42. HENKE, W.: Atlas der topographischen Anatomie des Menschen. Winter, Leipzig und Heidelberg 1867.

43. HILGENREINER, H.: Die Extensions- und Flexionsfraktur am unteren Ende der Tibia und Fibula. Beitr. klin. Chir. 87 (1913), 384.

44. HIPPOKRATES: Die Werke des Hippokrates (die hippokratische Schriftensammlung in neuer deutscher Übersetzung), herausgegeben und übersetzt v. Dr.med. Richard Kapferer. Bd. IV, Teile 19-22, Hippokrates-Verlag Stuttgart-Leipzig 1933-1940.

45. HÖNIGSCHMIED, J.: Leichenexperimente über die Zerreißungen der Bänder im Sprunggelenk mit Rücksicht auf die Entstehung der indirekten Knöchelfrakturen. Dtsch. Z. Chir. 8 (1877), 239.

46. HOFFA, A.: Lehrbuch der Frakturen und Luxationen. Würzburg 1888.

47. HOHMANN, G.: Zur Behandlung der frischen und veralteten, schlecht verheilten Knöchelbrüche. Arch. orthop. Unfallchir. 44 (1950), 271.

48. HOLLE, F. und E. SONNTAG: Grundriß der gesamten Chirurgie. 2. Teil. 7. Auflage. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960.

49. HÜBNER, A.: Frakturen und Luxationen. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1948.

50. HUGUIER, P.C.: Mémoire sur les luxations du pied considerées en général. Union méd. 2, 120, Paris 1848 (zit. nach Lauge Hansen 1948).

51. KOENIG, Franz: Lehrbuch der speziellen Chirurgie. 2. Aufl. Bd. II 1879; 8. Aufl. Bd. III 1905. Hirschwald, Berlin.

52. KÖNIG, S.: Über Absprengungsfrakturen am vorderen und hinteren Abschnitt des distalen Endes der Tibia mit Berücksichtigung der Rißfrakturen. Arch. klin. Chir. 99 (1912), 915.

53. KONG, G.T.: Beitrag zur Frage der Diastasenentstehung und Pseudarthrosenbildung bei Querfraktur des medialen Malleolus. Chirurg 22 (1951), 131.

54. KRISTENSEN, T.B.: Treatment of Malleolar Fractures According to Lauge Hansen's Method. Preliminary Results. Acta Chir. Scand. 97 (1949), 362.

55. KRISTENSEN, T.B.: Fractures of the Ankle: VI. Follow-up Studies. Arch. Surg. 73 (1956), 112.

56. LAMBOTTE, M.A.: L'intervention opératoire dans les fractures récentes et anciennes. Paris 1907, S. 221 (zit. nach Lauge Hansen 1942).

57. LAUGE HANSEN, N.: Ankelbrud I. Genetisk Diagnose og Reposition. Experimental-chirurgiske og radiografiske undersøgelser repositionsforsøg: Kliniken. Med. Dissertation. Ejnar Munksgaard, Kopenhagen 1942.

58. LAUGE HANSEN, N.: Fraktures of the ankle. Analytic historic Survey as the Basis of new experimental, roentgenological and clinical Investigations. Arch. Surg. 56 (1948), 259.

59. LAUGE HANSEN, N.: Fractures of the Ankle: II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenological Investigations. Arch. Surg. 60 (1950), 957.

60. LAUGE HANSEN, N.: Fractures of the Ankle: III. Genetic roentgenological Diagnosis of Fractures of the Ankle. Amer. J. Roentgen. 71 (1954), 456.

61. LAUGE HANSEN, N.: Fractures of the Ankle: IV. Clinical Use of genetic roentgen Diagnosis and genetic Reduction. Arch. Surg. 64 (1952), 488.

62. LAUGE HANSEN, N.: Fractures of the Ankle: V. Pronation-Dorsiflexion Fracture. Arch. Surg. 67 (1953), 813.

63. LAUGE HANSEN, N.: "Ligamentous" Ankle Fractures. Diagnosis and Treatment. Acta Chir. Scand. 97 (1949), 544.

64. LAUGE HANSEN, N.: Knöchelbrüche und Bandverletzungen des Fußgelenkes und des Fußes. Genetische Röntgendiagnose und Klassifizierung. 1. Mitteilung Zbl. Chir. 87, Heft 14 (1963), 528.

65. LAUGE HANSEN, N.: Knöchelbrüche und Bandverletzungen des Fußgelenkes und des Fußes. 2. Mitteilung. Die genetische Reposition und Retention. Zbl. Chir. 87, Heft 15 (1963), 545.

66. MAATZ, R.: Die Behandlung der Innenknöchelpseudarthrose mit einem T-Span. Bruns'Beitr. klin. Chir. 203 (1961), 145.

67. MAATZ, R.: Diskussionsbeitrag. Hefte Unfallheilk. 81 (1965), 191.

68. MAGNUSSON, R.: On the Late Results in Non-operated Cases of Malleolar Fractures II, III. Acta chir. Scand. 92 (1945), 162 und 259.

69. MAISONNEUVE, J.G.T.: Mémoire sur les fractures du péroné. Arch. gén. de méd. 1848, 165 und 433 (zit. nach Hönigschmied 1877).

70. MALGAIGNE, J.F.: Traité des fractures et des luxations. Paris 1847-1855 (zit. nach Meissner 1908).

71. MEISSNER: Eine typische Fraktur der Tibia im Talocruralgelenk. Beitr. klin. Chir. 61 (1908), 136.

72. MEISSNER: Beiträge zur Kenntnis der Malleolarfrakturen. Beitr. klin. Chir. 62 (1909), 78.

73. MONTANT, R.: Knöchelbrüche. In: Lehrbuch der Chirurgie, Bd. II. Benno Schwabe u. Co., Basel 1950.

74. MUSSGNUG, H.: Die Knöchelbrüche. In: Kirschner, M. und O. Nordmann: Die Chirurgie. 2. Aufl., Berlin-Wien 1944.

75. v. LANZ, T. und WACHSMUTH , W.: Praktische Anatomie. Bd. I, Teil 4: Bein und Statik. Springer, Berlin 1938.

76. LENTZ, W.: Die Knöchelbrüche. In: Wanke, R., Maatz, R., Junge, H. und Lentz, W.: Knöchelbrüche und Verrenkungen. Urban & Schwarzenberg, 1. Aufl. 1962 und 2. Aufl. 1967.

77. LEUENBERGER, S.G.: Eine typische Form der traumatischen Lösung der unteren Tibiaepiphyse. Bruns'Beitr. klin. Chir. 77 (1912), 408.

78. LEWIN, Ph.: The Foot and Ankle. 3. Ed. Lea & Febiger, Philadelphia 1949.

79. OTTE, P.: Die Bedeutung der Wachstumsrichtung des Gelenkknorpels für die Pathogenese der traumatischen Arthrosis deformans. Hefte Unfallheilk. 81 (1965).

80. PELS-LEUSDEN, F.: Über Verrenkungen und Verrenkungsbrüche im Talocruralgelenk. Berlin. klin. Wschr. 42 (1905), 109 u. 152.

81. PETIT, J.-L.: Traité des maladies des os 1. C.-E. Hochereau, Paris 1723 (zit. nach Meissner 1909).

82. POTT, Pervical: The chirurgical works, S. 664. London 1775 (zit.nach Lauge Hansen 1942).

83. QUENU, E.: Du Diastasis de l'articulation tibio-péronière inférieure. Rev. Chir. 36 (1907), 62.

84. QUENU, E.: Etude critique sur les fractures du cou-de-pied. Rev. Chir. 45 (1912), 1-27, 211.

85. QUENU, E.: Etude critique sur les fractures du cou-de-pied. Du Diastasis de l'articulation tibio-péronière inférieure. Rev. Chir. 45 (1912), 416.

86. QUENU, E.: Etude critique sur les fractures du cou-de-pied. Les fractures tibio-mortaisiennes. Rev. Chir. 45 (1912), 560.

87. QUENU, E.: Etude critique sur les fractures marginales postérieures du tibia. Rev. Chir. 46 (1912), 357.

88. de QUERVAIN, F.: Spezielle chirurgische Diagnostik. 8. Auflage, S. 832. Vogel, Leipzig 1922.

89. RAVOTH: Lehrbuch der Frakturen, Luxationen und Bandagen, Teil I. Hirschwald, Berlin 1856.

90. REIMERS, C.: Die Brüche des fußnahen Unterschenkelabschnittes. Langenbeck. Arch. klin. Chir. 276 (1953), 256(Kongreßbericht).

91. REIMERS, C.: Der Knöchelbruch und seine Behandlung. Therapiewoche 8 (1957/1958), 120.

92. SALEM, G.: Die perkutane Verschraubung des Volkmann'schen Dreiecks. Sitzung der Chirurgen Wiens 12.5.1949, ref. in Z. Orthop. 78 (1949), 602.

93. SÖMMERING, S. Th.: Vom Baue des menschlichen Körpers. 1. Teil: Knochenlehre. 2. Teil: Bänderlehre. Barrentrapp und Wenner, Frankfurt a.M. 1791.

94. SOULIGOUX, M.: Diskussionsbeitrag Société de Chirurgie 1912. Rev. Chir. 46 (1912), 962.

95. SPALTEHOLZ-SPANNER: Handatlas der Anatomie des Menschen, Teil 1. 16. Auflage. Scheltema & Holkema N.V., Amsterdam 1959.

96. STICH, R. und BAUER, K.H.: Lehrbuch der Chirurgie. 16./17. Auflage. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958.

97. STOBER, W.: Zur Therapie der medialen Malleolarfraktur. Mschr. Unfallheilk. 60 (1957), 115.

98. STURZENEGGER, H.: Über die Behandlung der lateralen Malleolarfraktur mit Subluxation des Talus. Schweiz. med. Wschr. 84 (1954), 1313.

99. SUTER, F.A.: Diagnostische Irrtümer bei Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen nebst Beitr. zur Kenntnis der Fibulafraktur. Arch. klin. Chir. 72 (1904), 183.

100. TANTON, J.: Fractures du membre inférieur. J.-B. Baillière & Fils, Paris 1916.

101. TROELL, A.: Über Knochenbrüche am Unterschenkel. Arch. klin. Chir. 111 (1919), 915.

102. VIALLET: A propos du troizème Fragment tibial dans les fractures malléolaires. Rev. Chir. 46 (1912), 690.

103. v. VOLKMANN, R.: Beiträge zur klin. Chirurgie 1873, S. 106 (zit. nach Lauge Hansen 1942).

104. WEBER, B.G.: Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes. Aktuelle Probleme der Chirurgie: 3. Huber, Bern und Stuttgart 1966.

105. WENDEL, O.: Die traumatische Luxation des Fußes im Talocruralgelenk. Beitr. klin. Chir. 21 (1898), 123.

106. WIDEN: Zitiert nach Reimers 1953.

107. WILLENEGGER, H.: Die Behandlung der Luxationsfrakturen des oberen Sprunggelenkes nach biomechanischen Gesichtspunkten. Helv. chir. Acta 1/2 (1961), 225.

108. WILLENEGGER, H. und WEBER, B.G.: Malleolarfrakturen. In: Technik der operativen Frakturenbehandlung, von Müller, M.E., Allgöwer, M. und H. Willenegger. Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963.

109. WITT, A.N.: Die Behandlung der Pseudarthrosen. Walter de Gruyter & co., Berlin 1952.

110. WITT, A.N.: Supramalleoläre Frakturen kombiniert mit Luxationsfrakturen des oberen Sprunggelenkes, ihre Gefahren für die Zirkulation und ihre Behandlung. Wiederherstellungschir. Traum. 5, 15-60. Karger, Basel/New York 1960.

111. WRIGHT, D.G., DESAI, S.M. and HENDERSON, W.H.: Action of the Subtalar and Ankle-Joint Complex During the Stance of Walking. J. Bone Jt. Surg. (Amer.) 46 Nr. 2 (1964).

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. med. R. Maatz, Ärztl. Direktor und Chefarzt der chirurgischen Abteilung des Städtischen Auguste-Victoria-Krankenhauses Berlin-Schöneberg, für die Überlassung des Themas und Materials, die wertvollen Anregungen zur Arbeit und die jederzeit freundliche Unterstützung.

Lebenslauf:

Am 17.2.1938 wurde ich als zweiter Sohn des Dipl.-Gärtners Werner Eidt und seiner Ehefrau, der medizinisch-technischen Assistentin Gertrud Eidt, geb. Graber, in Breslau geboren.
1945 starb mein Vater in Rußland.
1944 begann meine Schulzeit in Matzdorf Kreis Sorau, jedoch konnte als Folge des Krieges, der Flucht unserer Familie und längerer Krankheit mein regelmäßiger Schulbesuch erst 1946 in Herzberg/Elster (Niederlausitz) beginnen. Er wurde 1950 an der Landesschule Pforte bei Naumburg/Saale fortgesetzt, wo ich 1956 das Abitur ablegte.
1956 begann ich mein Medizinstudium an der Humboldt-Universität Berlin und setzte es 1959 an der Freien Universität Berlin fort. Hier legte ich 1962 das medizinische Staatsexamen ab.
1961 heiratete ich Barbara Lohrisch aus Berlin. Aus unserer Ehe sind fünf Kinder hervorgegangen.
Nach der Ableistung der Medizinalassistentenzeit wurde mir 1964 die Approbation als Arzt erteilt. Seit 1964 war ich im Fachgebiet Pathologie tätig, und zwar von 1964 bis 1968 im Pathologischen Institut des Städtischen Krankenhauses Berlin-Spandau sowie 1969 in der Abteilung Pathologie der Krankenanstalten Düren/Rheinland. Zur Zeit bereite ich mich durch ein bakteriologisch-serologisches Praktikum auf meine im Sommer 1970 beginnende Tätigkeit am Pathologisch-Bakteriologischen Institut der Stadt Hof/Saale vor.